**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a
conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado**

Ana Carolina Almeida Miguel

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em
Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de
Alimentos

Piracicaba

2008

Ana Carolina Almeida Miguel
Engenheiro Agrônomo

**Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão
'Amarelo' minimamente processado**

Orientadora:
Profª. Dra. **MARTA HELENA FILLET SPOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em
Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de
Alimentos

Piracicaba

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Miguel, Ana Carolina Almeida

Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão 'Amarelo' minimamente processado / Ana Carolina Almeida Miguel. - - Piracicaba, 2008.

195 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Ácido ascórbico 2. Análise sensorial 3. Armazenagem de alimentos 4. Cálcio
Cloreto 6. Conservação de alimentos 7. Melão 8. Processamento de alimentos 9.
Qualidade dos alimentos I. Título

CDD 635.61

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Dedico,

Aos meus pais, Diva e Jorge, que não só me deram a vida, como também orientaram meus passos e me ensinaram a lutar pelos meus ideais.

Aos meus irmãos, Aline e Jorge, pelo constante incentivo e amizade verdadeira.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por sempre estar ao meu lado e conceder mais uma vitória;

Ao PPG em Ciência e Tecnologia de Alimentos, à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e à Universidade de São Paulo, pela oportunidade;

À Prof^ª. Marta Helena Fillet Spoto, pela orientação, estímulo, incentivo e, principalmente, pela confiança e amizade;

Ao Prof. Ângelo Pedro Jacomino e ao técnico Marcos Trevisan, pela colaboração nas análises fisiológicas;

Ao Prof. Ernani Porto e às técnicas Denise e Roberta Teresa Rizzo-Benato, pelo apoio nas análises microbiológicas;

À Prof^ª. Solange Guidolin Canniatti Brazaca pela colaboração na análise de composição centesimal;

À Silvana Albertini, técnica do Laboratório de Frutas e Hortaliças, pelo apoio na montagem dos experimentos e pela amizade;

Aos estagiários, Gabriela e João Ricardo pela disposição em ajudar;

Aos provadores Alessandra, Andressa, Carlota, Cristiane, João Ricardo, Juliana, Paula e Vanessa, pela paciência e colaboração espontânea na análise sensorial;

Ao Luiz Carlos Rodrigues, pela amizade e auxílio nas fotos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado;

Aos colegas do curso de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo convívio, incentivo, companheirismo e amizade;

Às bibliotecárias Beatriz Helena Giongo e Midiam Gustinelli pela atenção dedicada durante a revisão desta dissertação, além da amizade;

Às secretárias da PPG em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Regina e Gislaine Nóbilo, pelas inúmeras vezes que me auxiliaram;

À todos os professores, funcionários do Departamento de Tecnologia e ao pessoal do Laboratório de Frutas e Hortaliças, pela contribuição na formação profissional e amizade e à todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a chegar até aqui.

Muito obrigada.

“Renda-se, como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei. Não se preocupe em entender, viver ultrapassa qualquer entendimento.”

Clarice Lispector

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Aspectos da cultura do melão.....	15
2.2 Atributos de qualidade.....	17
2.3 Processamento mínimo.....	18
2.4 Conseqüências do processamento mínimo	20
2.4.1 Alterações fisiológicas.....	20
2.4.2 Alterações na qualidade nutricional	22
2.4.3 Alterações na qualidade microbiológica.....	23
2.5 Sanificação de frutas e hortaliças minimamente processadas	26
2.6 Embalagem para produtos minimamente processados.....	27
2.7 Temperaturas de processamento e de armazenamento para produtos minimamente processados.....	29
2.8 Tratamentos químicos utilizados para a preservação dos produtos minimamente processados	30
2.8.1 Cloreto de cálcio.....	30
2.8.2 Ácido ascórbico	32
2.8.3 Películas de revestimento	33
2.8.3.1 Alginato de sódio como cobertura comestível	35
2.9 Importância da qualidade sensorial	39
Referências	40
3 ESTUDOS FISIOLÓGICOS E MICROBIOLÓGICOS EM MELÕES ‘AMARELO’ MINIMAMENTE PROCESSADOS SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	54
Resumo	54
Abstract.....	55
3.1 Introdução.....	56

3.2 Material e Métodos.....	57
3.2.1 Origem e manuseio dos frutos	57
3.2.2 Processamento mínimo.....	57
3.2.3 Análises fisiológicas	58
3.2.3.1 Taxa respiratória.....	58
3.2.3.2 Produção de etileno	59
3.2.4 Análises microbiológicas.....	59
3.2.4.1 Preparo da amostra	59
3.2.4.2 Detecção de <i>Salmonella</i>	60
3.2.4.3 Contagem total de bactérias psicrotróficas.....	60
3.2.4.4 Contagem de bolores e leveduras	61
3.2.4.5 NMP de coliformes totais e fecais.....	61
3.2.5 Análise dos resultados	62
3.3 Resultados e Discussão.....	63
3.3.1 Taxa respiratória.....	63
3.3.2 Produção de etileno	65
3.3.3 Análises microbiológicas.....	66
3.4 Conclusões.....	70
Referências	70
4 ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS DE MELÃO ‘AMARELO’ SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS	74
Resumo	74
Abstract.....	75
4.1 Introdução.....	76
4.2 Material e Métodos.....	77
4.2.1 Origem e manuseio dos frutos.....	77
4.2.2 Processamento mínimo.....	78
4.2.3 Análises físicas	79
4.2.3.1 Perda de massa fresca.....	79
4.2.3.2 Umidade	79

4.2.3.3 Coloração.....	79
4.2.3.4 Textura.....	80
4.2.4 Análises químicas.....	80
4.2.4.1 pH.....	80
4.2.4.2 Sólidos Solúveis (SS).....	80
4.2.4.3 Acidez titulável (AT).....	81
4.2.4.4 Relação SS/AT.....	81
4.2.4.5 Ácido Ascórbico.....	81
4.2.4.6 Açúcares redutores (glicose e frutose) e totais (sacarose e redutores).....	81
4.2.4.7 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS).....	81
4.2.4.8 Compostos fenólicos.....	81
4.2.4.9 Atividade da Polifenoloxidase.....	82
4.2.4.10 Atividade da Peroxidase.....	82
4.2.5. Análise dos resultados.....	82
4.3 Resultados e Discussão.....	82
4.3.1 Características físicas.....	82
4.3.1.1 Perda de massa.....	82
4.3.1.2 Umidade.....	84
4.3.1.3 Coloração.....	86
4.3.1.3 Textura.....	89
4.3.2 Características químicas.....	91
4.3.2.1 pH.....	91
4.3.2.2 Sólidos Solúveis (SS).....	92
4.3.2.3 Acidez Titulável (AT).....	94
4.3.2.4 Relação SS/AT.....	96
4.3.2.5 Ácido Ascórbico.....	97
4.3.2.6 Açúcares redutores.....	98
4.3.2.7 Açúcares totais.....	99
4.3.2.8 Pectinas solúveis.....	101
4.3.2.9 Pectinas totais.....	103
4.3.2.10 Compostos fenólicos.....	105

4.3.2.11 Atividade da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD)	106
4.4 Conclusões.....	109
Referências	109
5 MODIFICAÇÕES SENSORIAIS EM MELÕES ‘AMARELO’ MINIMAMENTE PROCESSADOS SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS	118
Resumo	118
Abstract.....	119
5.1 Introdução.....	120
5.2 Material e Métodos.....	121
5.2.1 Origem e manuseio dos frutos	121
5.2.2 Processamento mínimo.....	122
5.2.3 Análise sensorial.....	123
5.2.4 Teste de consumidor em laboratório	132
5.2.5 Análise dos resultados	135
5.3 Resultados e Discussão.....	135
5.3.1 Avaliação sensorial.....	135
5.3.1.1 Aparência.....	137
5.3.1.2 Odor	141
5.3.1.3 Sabor	145
5.3.1.4 Textura.....	154
5.3.1.5 Perfil sensorial das amostras	156
5.3.1.6 Estudo das correlações	158
5.3.1.7 Análise de componentes principais (ACP).....	161
5.3.2 Teste de consumidor em laboratório	163
5.4 Conclusões.....	167
Referências	168
6 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO	172
Resumo	172
Abstract.....	173
6.1 Introdução.....	174

6.2 Material e Métodos.....	175
6.2.1 Matéria-prima	175
6.2.2 Métodos	175
6.2.3 Caracterização dos produtos.....	177
6.2.3 Análise sensorial.....	178
6.2.4 Análise dos resultados	179
6.3 Resultados e Discussão.....	180
6.3.1 Caracterização dos produtos.....	180
6.3.1.1 Umidade	181
6.3.1.2 Cinzas	181
6.3.1.3 Proteínas	182
6.3.1.4 Extrato etéreo.....	182
6.3.1.5 Carboidratos	183
6.3.1.6 Fibra Alimentar Total	183
6.3.2 Análise sensorial.....	184
6.4 Conclusões.....	185
Referências	186
7 CONSIDERAÇÃO FINAL	189
ANEXOS	190

RESUMO

Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de película comestível, ácido ascórbico e cloreto de cálcio sobre a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado. Primeiramente, visando à obtenção de um produto conveniente foram estudados os aspectos microbiológicos e os efeitos dos tratamentos sobre a taxa respiratória e a produção de etileno de produtos de melão durante o armazenamento refrigerado. Os frutos depois de selecionados, lavados e higienizados em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado (200ppm) tiveram a polpa cortada em cubos (3cm de aresta), que foi imersa em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado (100ppm) e drenada. A seguir, foram divididos em 4 lotes, cujos cubos foram imersos nas soluções de cloreto de cálcio a 1%, ácido ascórbico a 1% e película a base de alginato (1%) e um lote foi deixado sem tratamento, o qual serviu de testemunha. Após a segunda drenagem, os melões tratados foram acondicionados em bandejas de tereftalato de polietileno (PET) e armazenados a 5°C. Verificou-se que, em todos os tratamentos, houve redução da taxa respiratória ao longo do período de armazenamento e foi detectada baixa produção de etileno. Quanto à qualidade microbiológica, as contagens de bactérias psicrotróficas e de bolores e leveduras mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis. Não foi detectada a presença de microrganismos do grupo coliformes e de *Salmonella*, mostrando que o processamento foi realizado de forma adequada. No segundo experimento estudou-se o efeito dos tratamentos químicos quanto à manutenção dos parâmetros físicos e químicos dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados. Verificou-se perda de massa de 0,34% durante todo o período de armazenamento. O ácido ascórbico fornecido pelo tratamento levou a um aumento na acidez nos frutos. O uso de película a base de alginato de sódio resultou em melões com menores teores de sólidos solúveis e de acidez titulável, menores pH e grau de solubilização da pectina, melhor sabor, além de coloração mais escura da polpa, em decorrência da cor da solução filmogênica. Os tratamentos químicos estudados pouco afetaram as características físicas e químicas dos produtos de melão e não estenderam a sua vida útil. No terceiro experimento avaliou-se a manutenção da qualidade sensorial, utilizando provadores treinados, através do método da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), bem como a aceitação do produto pelo consumidor. A ADQ mostrou que os tratamentos testados não apresentaram efeito no prolongamento da vida útil dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados. O teste de consumidor indicou que os melões tratados com cloreto de cálcio e com ácido ascórbico foram os melhor aceitos pelos provadores e revelou que não houve diferença quanto à intenção de compra. No quarto experimento estudaram-se alternativas para o aproveitamento das cascas e das sobras de polpa de melões minimamente processados. Da casca foram desenvolvidos três produtos, compota, doce e glaceado; e com as sobras de polpa foram elaboradas geléias. O teste sensorial indicou que todos os produtos elaborados, com exceção do doce de melão, obtiveram boa aceitabilidade por parte dos julgadores, com índice de aceitabilidade acima de 80%.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; Processamento mínimo; Armazenamento; Qualidade; Fisiologia; Sensorial; Nutrição humana

ABSTRACT

Application of edible coating, calcium chloride and ascorbic acid for conservation of minimally processed melon

This work aims to evaluate the effect of the use of edible film, ascorbic acid and calcium chloride on the conservation of minimally processed melon. In order to obtain a convenient product, the microbiological aspects have been studied in order to evaluate the effect of the treatments on the respiratory rate and ethylene production of melons during the refrigerated storage. The fruits were selected, washed and sanitized in sodium dichloroisocyanurate dehydrated solution (200ppm). The pulp of the fruits was cut in cubes (3cm of edge), immersed in sodium dichloroisocyanurate dehydrated solution (100ppm) and drained and consequently it was divided in four lots. These cubes were immersed in calcium chloride (1%), ascorbic acid (1%) and alginate film (1%) and a lot was left without any treatment, which served as control. After the second drainage, the melons were placed in trays of polyethylene terephthalate (PET) and stored at 5°C. It has been verified that in all the treatments there was a reduction of the respiratory rate during the storage and the low ethylene production was detected. Concerning the microbiological quality, psychotropic bacteria, molds and yeasts counts were within acceptable limits and fecal bacteria group and *Salmonella* were not detected which demonstrates that the processing was carried out adequately. The second experiment was studied in order to evaluate the effect of the chemical treatments on the maintenance of the physical and chemical parameters of minimally processed melons. It was verified that the loss of mass was 0.34% during the storage. The ascorbic acid supplied for the treatment suffered an increase of acidity of fruits. The edible coating of sodium alginate resulted in melons with fewer contents of soluble solids and titratable acidity, lesser pH and degree of pectin solubilization, better flavor, and pulp with darker coloration, which results the color of the film solution. It was concluded that the chemical treatments affected the physical and chemical characteristics of minimally processed melons a little and they did not extend the product's shelf-life. In the third experiment, the maintenance of the sensorial quality, using trained panelists, through the Quantitative Descriptive Analysis Method (QDA), as well as the acceptance of the product for the consumer has been evaluated. The QDA showed that the treatments were not presented to be effective in the prolongation of the shelf-life of minimally processed melons. The consumer test indicated that the melons treated with calcium chloride and ascorbic acid were more accepted by the panelists and showed that there was no significant difference about buying intention. The fourth experiment was intended to study alternatives for the exploitation of the peels and the pulp's leftovers of minimally processed melons. With the peels, three products were developed: compote, candy, icing candy and jellies were made with the leftovers of the pulp. The sensorial test indicated that all the elaborated products, except for the candy made of melon peel, showed good acceptability for panelists, with rate of acceptability above of 80%.

Keywords: *Cucumis melo*; Minimally processed; Storage; Quality; Physiology; Sensory; Human nutrition

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do melão, nos últimos anos, tem aumentado significativamente no Brasil, sendo a região Nordeste a responsável por 94% da produção do país. Dentre as regiões produtoras, a principal é a Norte (FNP, 2007). Isso se deve à crescente exportação e condições ótimas de clima para o seu desenvolvimento como intensidade e duração da luminosidade, temperatura alta e baixa precipitação. Contudo, o desenvolvimento de tecnologias que visem ao controle de qualidade e a conservação pós-colheita não tem acompanhado o ritmo da produção.

A procura por produtos hortícolas minimamente processados tem aumentado de maneira significativa nos últimos anos, devido à mudança dos hábitos alimentares da sociedade, que busca produtos frescos, com qualidade e conveniência, sem cascas ou sementes e em porções individuais (DURIGAN; SARGENT, 1999; ARRUDA, 2002).

O processamento mínimo tem como propósito oferecer ao consumidor um produto hortícola semelhante ao produto fresco, com garantia de segurança e manutenção das qualidades nutritiva e sensorial (WILEY, 1997). A Associação Internacional de Produtos Minimamente Processados (IFPA) define o produto minimamente processado como sendo frutas e hortaliças modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco (CANTWELL, 2000).

O melão é um fruto promissor no mercado de produtos minimamente processados (PMP), dada a sua grande aceitação pelos consumidores, entretanto é pouco conveniente para uso individual, pois seus frutos são grandes e exigem preparo, como o descasque e a eliminação das sementes antes do consumo (MADRID; CANTWELL, 1993). Apesar de não ser encontrado em grande escala e com frequência no mercado brasileiro na forma minimamente processada, apresenta grande potencial (OLIVEIRA et al., 2001). Entre os consumidores de produtos minimamente processados, de 21 a 36% já consomem o melão nesta forma (LUNA-GUZMÁN; CANTWELL; BARRET, 1999).

Os principais problemas enfrentados pelos produtos minimamente processados são: aumento da taxa respiratória e produção de etileno; perda acentuada de água; escurecimento oxidativo; atuação de enzimas e/ou de microrganismos. Desta forma, tem-se buscado a utilização de métodos que controlem ou inibam o desencadeamento desses processos para a obtenção de um produto semelhante ao fresco, com vida útil prolongada, boas qualidades nutritivas e sensoriais além de produtos seguros.

Uma alternativa para a conservação da aparência fresca seria a utilização de revestimentos ou coberturas comestíveis a base de alginato de sódio, que podem ser usados como estabilizantes por formar uma fina camada de gel e prevenir a perda de água do produto (OLIVEIRA, 2004).

A influência da aplicação de cálcio em frutos tem recebido atenção especial, visto que este nutriente produz efeitos desejáveis, retardando a maturação e a senescência, e controlando desordens fisiológicas em produtos de origem vegetal. O cálcio atua na manutenção da estrutura da parede celular em frutos, pois interage com a pectina desta parede formando pectato de cálcio, e proporcionando uma textura mais firme aos mesmos (POOVAIAH, 1986).

O ácido ascórbico e seus vários sais neutros e outros derivados são os principais antioxidantes usados em frutos, hortaliças e sucos para prevenir o escurecimento e a ocorrência de outras reações oxidativas (PRÉSTAMO; MANZANO, 1993; WILEY, 1994).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de película comestível a base de alginato de sódio e de soluções de cloreto de cálcio e de ácido ascórbico na conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado, através de análises fisiológicas, físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais, bem como da aceitação do produto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos da cultura do melão

O melão (*Cucumis melo* L.) pertence à família *Curcubitacea* e apresenta grande diversidade de variedades. Trata-se de uma espécie cujas formas botânicas diferenciam-se quanto aos aspectos de sensibilidade ao frio, capacidade de conservação, atividade metabólica, e quanto à forma, ao tamanho do fruto e à estrutura da casca e da polpa. Apresenta variações de coloração da polpa que vai desde o laranja escuro até o branco e verde, em função da variedade cultivada (ARTES et al., 1993).

No Brasil, da espécie *Cucumis melo*, destacam-se as variedades: *Inodorus*, cujos frutos comumente apresentam maturação tardia, não têm casca reticulada, não são aromáticos e representam o principal grupo de cultivares exploradas comercialmente; *Reticulatus*, cujos frutos são de tamanho médio, dotados de casca reticulada e atividade metabólica intermediária; *Cantaloupensis*, cujos frutos apresentam tamanho pequeno a mediano, casca normalmente lisa e ondulada e polpa variando do amarelo ao salmão (PEDROSA, 1995).

As principais cultivares da variedade *Inodorus* são ‘Honey Dew’, ‘Tendral’, ‘Piel de Sapo’ e ‘Verde Tardio’. Incluem-se neste grupo os melões ‘Amarelo’, muito apreciados pelo consumidor brasileiro (MENEZES, 1996).

O melão é cultivado em todas as regiões do Brasil, com destaque para a Nordeste que é a maior produtora do país. Em 2004, a produção brasileira foi de 340.683 toneladas de frutos, sendo que a região Nordeste foi responsável por 320.819 toneladas, seguida da Sul (16.717 toneladas), Sudeste (1.373 toneladas), Norte (1.161 toneladas) e Centro-Oeste (793 toneladas) (FNP, 2007).

O melão ‘Amarelo’, objeto deste trabalho, é de origem espanhola e abrange o principal grupo de cultivares explorado comercialmente no Brasil. Os frutos são globulares alongados, apresentando casca fina, não reticulada, porém bastante resistente, com rugas longitudinais e coloração amarelo-canário. Geralmente apresenta maturação tardia, polpa branco-creme e macia, e não são aromáticos (DUZZI, 1992). Apresenta excelente conservação pós-colheita, de 25 a 30 dias em temperatura ambiente (MENEZES, 1996). Seu peso médio varia de 800 gramas a 2 quilos, sendo que a proporção comestível representa 45% a 80% de seu peso (EMBRAPA, 1994).

Originário de regiões tropicais, o melão requer climas quentes e secos, com temperaturas de 23-25°C, sendo que o teor de açúcares dos frutos está diretamente relacionado com as condições climáticas da região produtora (DUZZI, 1992). Temperaturas elevadas, associadas à alta luminosidade e baixa umidade, proporcionam as condições climáticas necessárias para a boa produtividade da cultura e para obtenção de frutos de ótima qualidade (STIPP, 2000), característica das condições encontradas no Nordeste brasileiro. A temperatura é o fator mais importante, uma vez que interfere diretamente no desenvolvimento da planta. Temperaturas baixas afetam a germinação e prejudicam o desenvolvimento vegetativo e o florescimento (SILVIERO, 1993).

Em relação ao comportamento respiratório, o melão 'Amarelo' apresenta características de fruto não climatérico. É classificado como fruto de baixa intensidade respiratória, com produção máxima de gás carbônico ao redor de $75\text{mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ e a de etileno de $10\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (CHITARRA, 2000).

A quantidade de etileno produzida pelo melão é pequena e insuficiente para induzir o seu próprio amadurecimento à temperatura ambiente após a sua retirada da planta, se o fruto for colhido ainda imaturo. Esta característica aponta a importância de se efetuar a colheita na época adequada (EMBRAPA, 1994).

Os sintomas de maturação do melão são sensivelmente distintos, segundo a variedade, e os frutos só devem ser colhidos após atingir o grau ótimo de maturação, devendo-se considerar o tempo decorrido entre a colheita e o mercado consumidor (KASMIRE; CANTWELL, 1992).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), existem alguns índices denominados físicos e químicos, que se referem às transformações morfológicas pelas quais os frutos passam durante seu desenvolvimento, que podem auxiliar na determinação do ponto de maturação dos mesmos.

Dentre os índices físicos, podem ser citados: o formato dos frutos, incluindo os diâmetros longitudinal e transversal; o desenvolvimento da zona de abscisão do pedúnculo; e a coloração e espessura da polpa, sendo que o último reflete diretamente no rendimento do fruto, pois normalmente a parte consumida é a polpa (SANTOS, 2003).

Quanto aos índices químicos, os mais utilizados são pH e teores de acidez titulável e de sólidos solúveis. Todos são de fácil obtenção, podendo ser indicadores do ponto de colheita, uma vez que próximo deste, o teor de sólidos solúveis aumenta, o pH varia pouco e a acidez apresenta rápida redução (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.2 Atributos de qualidade

Segundo Peroni (2002), o valor de um produto hortícola pode ser definido através de critérios de qualidade, que incluem características nutricionais (vitaminas, minerais, fibras, proteínas, gorduras e carboidratos), higiênicas (condição microbiológica), tecnológicas (capacidade de armazenamento) e sensoriais (aparência, sabor, aroma e textura).

Em melão, o termo qualidade tem sido relacionado a diferentes fatores. Um dos parâmetros mais estudados é o conteúdo de sólidos solúveis (BOSLAND; HUGHES; YAMAGUCHI, 1979; FADY, 1983).

É importante salientar, que a qualidade do melão é complexa, pois depende de vários fatores como: escolha do local de plantio, preparo do solo, cultivar, condições climáticas, épocas e cuidados no plantio, manejo e tratamentos culturais, densidade de plantio, adubação, assim como dos aspectos de colheita e pós-colheita (MENEZES et al., 2000). De maneira geral, na fase pós-colheita, os melões apresentam mudanças na coloração externa, aumentam a produção de compostos voláteis acentuando o aroma, além de se tornarem macios (CANTWELL, 1994). Apesar de haver diferenças de opinião, a maioria dos pesquisadores concorda que a qualidade comestível do melão relaciona-se, principalmente com a doçura, textura e aroma (PRATT, 1971).

O teor de sólidos solúveis é um fator tradicionalmente utilizado para assegurar a qualidade do melão, embora em alguns casos esse parâmetro seja considerado falho (MENEZES, 1996). Entretanto, para os mercados norte-americano e europeu, este é considerado um critério de aceitação comercial, os quais exigem conteúdo de sólidos solúveis superior a 9°Brix, além de frutos com aparência externa uniforme (MENEZES et al., 2000). A importância dos açúcares é relatada por Cohen e Hicks (1986), que comprovaram uma forte correlação entre o teor de sólidos solúveis e a aceitação, doçura, sabor e aroma. O amadurecimento, de maneira geral, conduz a uma maior doçura, devido ao aumento nos teores de açúcares simples, decorrentes de processos biossintéticos ou degradativos de polissacarídeos presentes nos frutos (GONÇALVES, 1998).

Do ponto de vista nutricional, o melão contém 83% de água (possuindo propriedade hidratante); 0,84g de proteínas; 0,30g de fibras; 0,10g de lipídeos; 16mg de vitamina C e 0,50mg de niacina, em 100g de polpa. Comparado a outras frutas e hortaliças, é especialmente rico em elementos minerais como potássio (188mg), fósforo (12mg) e magnésio (13mg), em 100g de

polpa (COSTA, 2001), sendo recomendado para pessoas que fazem uso de diuréticos ou que estão perdendo líquido.

Deve ser salientado que o principal parâmetro de qualidade do melão, além da doçura é a sua suculência. Segundo a Embrapa (1994), melões com baixa quantidade de água não são bem aceitos pelos consumidores.

Outro atributo de qualidade refere-se ao peso dos frutos. Na comercialização é utilizado como padrão de classificação, definido pelo mercado ao qual o fruto se destina. A perda de massa, ocasionada principalmente pela transpiração, é um fator de prejuízo, já que o fruto é comercializado por unidade de peso (PEREIRA, 1997). Os melões do tipo Inodorus apresentam textura da casca variando de lisa a pouco rugosa, o que favorece a regulação da transpiração no ambiente pós-colheita (LESTER, 1988).

Miccolis e Saltveit Jr. (1995) estudaram o comportamento pós-colheita de seis cultivares de melão Inodorus ('Amarelo', 'Golden Casaba', 'Honey Dew', 'Honey Loupe', 'Juan Canary' e 'Paceco'). De maneira geral, a perda de massa foi inferior a 3% no final de três semanas de armazenamento. Apenas duas cultivares, 'Honey Dew' e 'Honey Loupe', apresentaram perda de massa de 4%, após três semanas de armazenamento a 15°C. Entretanto, trabalhos realizados por Costa (1987) e Gonçalves, Menezes e Alves (1996) apontaram que reduções ao redor de 5% no peso de frutos de melão não foram suficientes para causar enrugamento da casca ou afetar significativamente a aparência externa do mesmo.

2.3 Processamento mínimo

O comportamento do consumidor quanto ao padrão de sua alimentação tem sofrido mudança nas últimas décadas. Com o grande volume de informações acerca da influência dos alimentos sobre a saúde, os consumidores estão mais conscientes e exigentes quanto à qualidade. O reconhecimento do importante papel dos vegetais na alimentação tem levado ao aumento substancial do seu consumo. A redução no tempo disponível para o preparo das refeições, a maior participação da mulher no mercado de trabalho, o envelhecimento da população e o aumento na importância das refeições coletivas, promoveu um incremento no mercado de produtos minimamente processados, a fim de atender as necessidades do consumidor (MORETTI, 2001; SANTOS, 2003).

O processamento mínimo envolve uma série de operações como, seleção, lavagem, descascamento, corte, embalagem e armazenamento, de forma a se obter um produto que possa ser prontamente consumido (ROSA, 2002).

O produto minimamente processado é fornecido em quantidades ideais a cada consumidor, permite a visualização da qualidade da polpa através da embalagem, além de gerar pequena quantidade de resíduos já que é oferecido sem casca, caroços ou sementes. De acordo com Souza (2000), a praticidade é o fator mais importante para 66,3% dos consumidores deste tipo de produto. Porém, o fator limitante no aumento do seu consumo é o preço que, em média, é cerca de 180% superior ao das frutas e hortaliças vendidas a granel. A chave para o sucesso nas vendas dos produtos minimamente processados poderá ser a oferta constante de produtos uniformes de qualidade garantida. A oferta de produtos de qualidade inferior poderá afetar a confiança dos consumidores já conquistados e limitar o crescimento do mercado (DURIGAN, 2000).

Frutas e hortaliças minimamente processadas estão comercialmente disponíveis nos Estados Unidos desde a década de 70, sendo um segmento da indústria de alimentos bem estabelecido e que gera muitos lucros. No Brasil, o consumo deste produto iniciou-se no final dos anos 80 e, desde então, vem ganhando uma proporção cada vez mais significativa do mercado de frutas e hortaliças. O mercado nacional de produtos minimamente processados no ano de 2000 representava cerca de 100 milhões de reais por ano, podendo obter crescimento de até cem vezes na primeira década do século XXI (MORETTI, 1999; FERREIRA, 2000).

O segmento do consumo institucional, representado por cozinhas industriais, restaurantes, hotéis, *fast foods*, companhias aéreas, constitui importante canal de vendas (CHITARRA, 2000) e no consumo de varejo, o público alvo, em geral, são as pessoas com pouco tempo para as refeições.

O maior desafio na produção de frutas e hortaliças minimamente processadas é oferecer ao consumidor um produto semelhante ao fresco, com vida útil prolongada e que mantenha suas qualidades nutritiva, sensorial e microbiológica (SCHLIMME, 1995).

Entretanto, ao passo que a maioria das técnicas de processamento de alimentos busca estabilizar os produtos e prolongar sua vida útil, o processamento mínimo aumenta a perecibilidade dos alimentos (CANTWELL, 2000).

A vida útil do produto minimamente processado é afetada por fatores pré-processamento (cultivar, fatores pré-colheita, colheita, ponto de maturação), processamento (pré-resfriamento,

limpeza, sanificação, descascamento, cortes, enxágüe, drenagem e embalagem), e por condições de distribuição e comercialização (temperatura, umidade relativa e atmosfera) (KIM; KLIEBER, 1997; ALVES et al., 2000).

A escolha da cultivar influencia diretamente no rendimento, na qualidade, na resistência ao armazenamento e no processo de distribuição (ALVES et al., 2000).

O estágio de maturação é outro importante atributo de qualidade para os produtos minimamente processados uma vez que frutos imaturos apresentam qualidade sensorial inferior, devido ao baixo teor de açúcares (FILGUEIRAS et al., 2000), enquanto que os frutos muito maduros têm vida de prateleira abreviada. Logo, é essencial que os frutos utilizados no processamento apresentem grau de maturação aceitável para o consumo (WATADA; QI, 1999).

Fatores como temperatura de armazenamento, umidade relativa, presença de microrganismos e tipo de embalagem utilizada, influenciam na manutenção da qualidade e devem ser adequados a cada tipo de produto processado (DURIGAN; CASSARO, 2000).

Tratamentos de preservação devem ser utilizados para conferir melhor estabilidade ao produto minimamente processado durante o armazenamento e distribuição (HUXSOLL; BOLIN, 1989). Alguns métodos combinados de conservação do produto processado podem ser empregados, como armazenamento refrigerado, emprego de conservadores e irradiação, bem como, o armazenamento sob atmosfera modificada (ALMEIDA, 1998). A aplicação da combinação de alguns tratamentos possibilita a eliminação de processos degradativos, preservando a qualidade e prolongando a vida útil (MIRANDA, 2001).

2.4 Conseqüências do processamento mínimo

2.4.1 Alterações fisiológicas

A maioria das operações envolvidas no preparo de produtos minimamente processados acarreta em alterações físicas, bem como determinadas reações químicas (WILEY, 1997).

Quando frutas e hortaliças atingem o ponto de colheita adequado, os tecidos vegetais iniciam o processo de senescência, no qual a integridade da membrana e a estrutura celular se enfraquecem, tornando os tecidos maduros extremamente suscetíveis às injúrias e danos causados pelo processamento mínimo (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990).

A matéria-prima, quando colhida, normalmente tem uma camada protetora natural, que a protege dos danos. No processamento mínimo esta camada é retirada, expondo as células da polpa, que possuem um grande conteúdo de água, ácidos orgânicos e outras substâncias (KING; BOLIN, 1989), causando o rompimento celular e conseqüentemente levando à aceleração do metabolismo e da senescência (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995).

O comportamento do tecido dos frutos que foram submetidos ao processamento mínimo é semelhante ao observado em tecidos de plantas que sofreram ferimentos ou que foram expostos a condições de estresse. Este comportamento inclui aumento na taxa respiratória e na produção de etileno e, em alguns casos, indução do processo de cicatrização do ferimento. Outras conseqüências desta injúria são de natureza química ou física, tais como reações de escurecimento e oxidação de lipídeos, ou aumento na perda de água (BRECHT, 1995).

Estas respostas são observadas principalmente nas células e tecidos adjacentes àqueles danificados pelos cortes. Os ácidos e as enzimas hidrolíticas são liberados, a produção de etileno aumenta e, conseqüentemente, tem-se um incremento na permeabilidade das membranas (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990). A elevação da produção de etileno causa o aumento na respiração dos tecidos feridos. Em decorrência deste aumento no metabolismo, tem-se decréscimo nas reservas energéticas dos tecidos, tais como açúcares livres e ácidos orgânicos, levando a prejuízos na qualidade sensorial (CHITARRA, 2000).

De acordo com Cantwell (1992), os cortes e as raspagens levam a mudanças fisiológicas que resultam em prejuízos na aparência. A exposição dos tecidos internos aumenta a perda de água por evaporação, promovendo a dessecação superficial dos tecidos, refletindo na qualidade do produto (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990). A perda da integridade celular, na superfície cortada, destrói a compartimentalização de enzimas e substratos. Reações de escurecimento e a formação de metabólitos secundários indesejáveis podem ser desenvolvidas, podendo afetar o aroma, sabor, aparência, valor nutritivo ou a segurança do produto minimamente processado. Além disso, os exsudados destes cortes são um meio favorável para o crescimento de fungos e bactérias (BURNS, 1995).

Logo, para a minimização das conseqüências provocadas pelas operações envolvidas para a obtenção do produto minimamente processado é necessário que se faça o uso de algumas técnicas de conservação, com o objetivo de prolongar a vida útil e, ao mesmo tempo, de promover a manutenção das características organolépticas e nutricionais.

Procurando controlar estes problemas, tem-se testado o emprego de agentes quelantes (EDTA), ácido ascórbico, eritorbato de sódio e ácido cítrico, no controle dos efeitos deletérios das enzimas (SAPERS et al., 1994) e a adição de antimicrobianos naturais, como a vanilina (CERRUTTI; ALZAMORA; VIDALES, 1997).

2.4.2 Alterações na qualidade nutricional

Os frutos e hortaliças são excelentes fontes de vitaminas, sais minerais e fibras. Contudo, a ruptura celular promovida pelo processamento mínimo pode favorecer a perda destes nutrientes. O rompimento celular, a imersão dos tecidos em soluções aquosas e a lavagem dos mesmos propiciam condições para a lixiviação de vitaminas e minerais (KLEIN, 1987; CHITARRA, 2000).

Segundo Chitarra (2000), as perdas na composição nutricional podem ser alteradas dependendo das condições de cultivo, de armazenamento e de manuseio, bem como, do tipo e grau de processamento estabelecido.

A estabilidade das vitaminas é afetada por fatores como o pH do meio, a presença de luz e de oxigênio e a temperatura (SALES, 1988). Assim, os produtos minimamente processados estão mais suscetíveis às perdas de vitaminas, dentre as quais se destacam A, C, D e E, além de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoléico, pois a ruptura celular ocasionada pelo corte ou trituração, aumenta a atividade enzimática, permitindo que o contato entre substrato e enzimas colabore para perda rápida destes nutrientes (WILEY, 1994).

O teor de ácido ascórbico no fruto depende de muitos fatores, dentre eles a cultivar, o estágio de maturação, o sistema de produção, a estação do ano e a acidez. A duração e a condição de armazenamento também influenciam o teor deste ácido, mesmo antes do processamento (BICALHO, 1998). Por ser pouco estável, é um dos compostos mais estudados e é utilizado como indicador do valor nutritivo de frutas e hortaliças (CHITARRA, 2000).

As perdas de ácido ascórbico em frutas e hortaliças minimamente processadas contribuem para a ocorrência de várias reações oxidativas, que causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perda ou mudanças no sabor, aroma e odor de produtos, mudança na textura e perda nutricional (WILEY, 1997).

Com relação às perdas de elementos minerais tem-se que estes não são destruídos pela exposição ao calor, luz, agentes oxidantes e valores extremos de pH. No entanto, podem ser removidos do alimento por lixiviação nas etapas de lavagem, descascamento e corte (CHITARRA, 2000).

2.4.3 Alterações na qualidade microbiológica

A contaminação microbiana e a perda de firmeza são as principais causas da perda da qualidade de pedaços frescos de melões armazenados ao ar e sob baixas temperaturas (BRACKETT, 1987).

O intenso manuseio e o fracionamento criam condições favoráveis ao desenvolvimento e diversificação da microbiota, de tal maneira que aumenta consideravelmente os riscos de veiculação de toxinfecções alimentares (SANTOS, 2003).

As alterações características em minimamente processados ocorrem em função das respostas fisiológicas do vegetal e da atividade microbiana. O exsudado proveniente do corte dos tecidos é um excelente meio de cultura para o crescimento de fungos e bactérias, e o manuseio subsequente, cria possibilidades para o aumento da contaminação. A manutenção da qualidade requer o desenvolvimento de tecnologia que considere os aspectos microbiológicos, fisiológicos, tecnológicos e sensoriais em todo o processo (FANTUZZI, 1999).

Uma ampla variedade de microrganismos tem sido encontrada em produtos minimamente processados, incluindo bolores e leveduras, microrganismos psicrotróficos e mesófilos, coliformes totais e fecais, entre outros (NGWYEN; CARLIN, 1994).

Contudo, para avaliação das mudanças microbiológicas sofridas pelos frutos e hortaliças minimamente processados, faz-se necessário, primeiramente, o conhecimento da composição inicial da microbiota predominante (GUNES; LEE, 1997).

Alguns fatores podem influenciar o desenvolvimento de microrganismos em produtos minimamente processados, sendo: a composição do tecido vegetal (se possui algum fator antimicrobiano), o pH (as frutas com pH ácido são mais suscetíveis ao crescimento de fungos, leveduras e bactérias ácido-láticas), a temperatura de armazenamento, a capacidade de invasão e competição do microrganismo, a atmosfera no interior da embalagem, o grau de contaminação do produto fresco e a higiene e sanificação durante o processamento (NGWYEN; CARLIN, 1994).

Os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* constituem o grupo denominado coliforme, que apresenta as características de bacilos Gram negativos, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos e capazes de fermentar a lactose com produção de gás quando incubados a 35-37°C por 24-48 horas. O *habitat* das bactérias pertencentes a este grupo é o trato intestinal do homem e de outros animais; entretanto, espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem se multiplicar em ambientes não fecais. Na contagem de coliformes pode se diferenciar dois grupos: o de coliformes a 35°C e o de coliformes a 45°C. O índice de coliformes a 35°C (anteriormente denominado coliformes totais) é utilizado para avaliar condições higiênicas, sendo que altas contagens significam contaminação durante ou pós-processamento e limpeza/sanificação deficientes, não indicando necessariamente contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos. O índice de coliformes a 45°C (anteriormente denominado coliformes fecais) é empregado como indicador de contaminação fecal, haja vista que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *Escherichia coli*, que tem como *habitat* exclusivamente o trato intestinal (SIQUEIRA, 1995; FRANCO; LANDGRAF, 1996).

As bactérias psicrotróficas são de especial importância para os produtos minimamente processados, uma vez que podem crescer em temperaturas de refrigeração, entre 0°C e 7°C; permitindo avaliar as condições microbiológicas do processamento do alimento refrigerado (WILEY, 1997). Além disso, contagens elevadas destes microrganismos reduzem a vida útil dos produtos e torna os mesmos impróprios para o consumo (HAJDENWURCEL, 1998).

As salmonelas são membros da família *Enterobacteriaceae*, são bacilos Gram negativos que crescem aerobicamente e anaerobicamente em temperaturas ótimas de 37°C e são prontamente exterminadas em temperaturas superiores a 55°C. Podem ser isoladas do intestino das pessoas e dos animais, atingindo alimentos, direta ou indiretamente, através dos excrementos animais na ocasião do abate, através de fezes humanas, ou de águas poluídas por dejetos. Também, em cozinhas, podem ser transferidas dos alimentos crus para os cozidos através das mãos, superfícies, utensílios e de outros equipamentos (HOBBS; ROBERTS, 1999).

Outro indicador das condições higiênicas de produção e processamento é a determinação do número total de fungos filamentosos e leveduras. Estes microrganismos estão difundidos no solo, ar e água, fazendo parte da microbiota epífita oriunda do local de plantio, sendo freqüentemente associados à deterioração de vegetais *in natura* (SCHLIMME, 1995).

A maioria dos fungos filamentosos e leveduras caracterizam-se como microrganismos mesófilos, com temperatura ótima de crescimento entre 25°C e 30°C. Entretanto, espécies psicrotróficas fazem com que, especialmente os fungos filamentosos, sejam deteriorantes de produtos minimamente processados refrigerados. A característica de se multiplicarem em uma ampla faixa de pH, entre 2,0 e 8,5, reforça a importância destes microrganismos em produtos processados (SIQUEIRA, 1995).

Há várias medidas que podem ser tomadas para evitar problemas microbiológicos em produtos minimamente processados, sendo uma das mais valiosas, o uso de sistemas que garantam qualidade desde a produção até a distribuição (BONNAS, 2002).

Não há no Brasil legislação específica para produtos minimamente processados. Assim, a produção deve basear-se nas regras básicas para alimentos descritos na Legislação Sanitária quanto ao preparo, manipulação, embalagem, transporte e exposição para garantir a qualidade e a vida útil. As pesquisas feitas nesta área são fundamentais para se estabelecer as condições ideais de produção e comercialização (ARRUDA, 2002).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, estabelece os padrões microbiológicos para “frutas, produtos de frutas e similares, frescas *in natura* preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas para o consumo direto” (BRASIL, 2007), que podem ser utilizadas como referência para os produtos minimamente processados. Esta legislação sanitária exige para frutas, ausência de *Salmonella* (em 25g de amostra) e contagens de, no máximo, 10^2 NMP de coliformes a 45°C/g de produto.

Vanetti (2000) comenta que o prolongamento da vida útil dos produtos minimamente processados é dependente, além da redução dos processos fisiológicos, do retardamento da proliferação microbiana, o que garante a segurança e a aceitabilidade dos mesmos. Nesse aspecto, a higienização e o controle das condições de armazenamento desempenham papel fundamental no controle do crescimento microbiano.

2.5 Sanificação de frutas e hortaliças minimamente processadas

A sanificação é uma etapa de relevância no processamento mínimo, por reduzir a carga microbiana a níveis seguros para o consumidor e eliminar patógenos, garantindo assim a qualidade do produto (SANTOS, 2003).

A escolha e aplicação adequada do sanificante químico em produtos minimamente processados são fundamentais para a indústria de alimentos. Estes sanificantes variam na habilidade em destruir microrganismos e na efetividade, sendo que a última é função das características físicas e químicas do vegetal, do tipo de microrganismo alvo, do tempo de contato, da concentração e da temperatura da solução. Alguns sanificantes são apropriados para o uso em lavagem direta das superfícies dos alimentos inteiros ou processados, outros somente para processos de lavagem com água em equipamentos ou recipientes e aparelhos (SAPERS; SIMMONS, 1998; ELPHICK, 1998).

Os sanificantes mais utilizados na indústria de alimentos são aqueles à base de cloro em função do custo e da disponibilidade do produto (SANTOS, 2003). Na indústria de processamento mínimo, cerca de 90% das instalações utilizam cloro ativo para a sanificação, embora outros produtos possam ser utilizados como o peróxido de hidrogênio (BEUCHAT, 1992).

Os sanificantes a base de cloro têm demonstrado eficiência na desinfecção de pisos e utensílios domésticos e indústrias, contribuindo para a diminuição de doenças vinculadas à contaminação microbiológica de alimentos (MACEDO, 1997).

Apesar do hipoclorito de sódio ser o sanificante mais utilizado no processamento de alimentos (DYCHDALA, 1991), o uso de derivados clorados orgânicos tem aumentado consideravelmente. Isto se deve a não formação de trihalometanos (THM), os quais são compostos carcinogênicos e subprodutos da sanificação como comprovado em estudo realizado por Macedo (1997).

Em vista destes inconvenientes, os compostos organoclorados constituem uma alternativa de uso para o processo de sanificação de alimentos, pois são fabricados essencialmente para o consumo humano, não possuem metais pesados ou qualquer substância indesejável, oferecendo segurança durante o manuseio (LEVER INDUSTRIAL, 1995). Geralmente são comercializados na forma de pó, permitindo maior estabilidade ao armazenamento e razoável prazo de validade (3

a 5 anos). São mais estáveis em solução aquosa, liberando lentamente o ácido hipocloroso e, conseqüentemente, permanecem efetivos por um período de tempo maior, mesmo na presença de matéria orgânica (GENCO, 1998). O dicloroisocianurato de sódio possui 65% de cloro ativo contra 10-12% do hipoclorito de sódio (SANTOS, 2003).

O dicloroisocianurato de sódio age da mesma maneira que o hipoclorito de sódio, isto é, em hidrólise libera o ácido hipocloroso (HClO), que é a porção germicida destes sanificantes (MACEDO, 1997). Este ácido, por ter carga elétrica neutra, atravessa a membrana celular dos microrganismos, paralisando a produção de energia na glicólise, reage com o DNA bloqueando a síntese protéica, inibe o consumo de oxigênio e desnatura as proteínas da membrana celular, resultando no extravasamento de componentes celulares, levando o microrganismo à morte (TORTORA; FUNKE; CASE, 2000). Comparativamente ao hipoclorito de sódio, o dicloroisocianurato de sódio apresenta maior atividade germicida, pelo fato de liberar duas moléculas de HClO, em hidrólise, enquanto o hipoclorito libera apenas uma molécula.

Outra característica vantajosa do uso do dicloroisocianurato de sódio é produzir valores de pH que variam de 6,0 a 8,0, quando hidrolisado. Neste intervalo, a formação de ácido hipocloroso é 99% maior que em valores de pH básico, fazendo com que a atividade antimicrobiana da solução seja adequada para destruir bolores, leveduras e bactérias (MACEDO, 1997).

2.6 Embalagem para produtos minimamente processados

A degradação da qualidade dos produtos minimamente processados, durante o armazenamento refrigerado, resulta da perda de umidade, danos mecânicos, alteração microbiana e mecanismos catalíticos dos tecidos. Para controlar ou minimizar os processos degradativos, a embalagem apresenta-se como um dos métodos disponíveis e de grandes possibilidades. O emprego de materiais poliméricos rígidos, semi-rígidos e flexíveis, que limitam a perda de umidade e retardam o estabelecimento da senescência, assim como controlam a concentração de gases e vapor no interior da embalagem, têm importância crucial para que os produtos minimamente processados cheguem com qualidade aos consumidores (WILEY, 1997).

De acordo com Durigan e Cassaro (2000), o uso de embalagens reduz a perda de água, o ataque de microrganismos e a ocorrência de outras reações. Ademais, Gava (1984) afirma que os

produtos desprovidos de embalagem sofrem com oxidações e destruição de muitos nutrientes, incluindo as vitaminas.

A seleção da embalagem apropriada para produtos minimamente processados exige o conhecimento prévio das características do produto (taxa respiratória, produção de etileno). Da mesma maneira, a permeabilidade a gases característica de cada filme polimérico é determinada pela qualidade e espessura do material e do método de processamento. Logo, a escolha da embalagem adequada requer a otimização dos fatores físicos, químicos e ambientais. A especificação da embalagem, para cada tipo de produto, deve ser realizada por profissionais qualificados, uma vez que o uso de embalagens inadequadas pode trazer resultados adversos, os quais se refletem no aparecimento de odores estranhos, fazendo com que os produtos percam seu valor comercial (CHITARRA, 1998; GONZÁLEZ; LOBO, 2006).

O uso de embalagens, geralmente plásticas, modifica a atmosfera de conservação dos produtos vegetais, devido à ação da respiração no seu interior, com o aumento na concentração de CO_2 e a diminuição na de O_2 (WILEY, 1997). Nestas condições se estabelece o equilíbrio das concentrações de O_2 e CO_2 no interior das embalagens, colaborando para a minimização da atividade respiratória e uma série de reações bioquímicas que levam ao amadurecimento como a perda de clorofila, perda de umidade, escurecimento enzimático e, conseqüentemente, à senescência dos produtos vegetais (SARANTÓPOULOS, 1999). Dentre os filmes mais utilizados nas embalagens deste tipo de produto destacam-se o cloreto de polivinila, polipropileno e polietileno (CANTWELL, 1992).

Apesar das embalagens poderem potencialmente prolongar a vida útil do produto, a segurança e estabilidade do mesmo depende do binômio tempo-temperatura (CAMERON; TALASIL; JOLIS, 1995). A temperatura é um fator determinante da atividade respiratória do fruto, a qual aumenta significativamente com a elevação da temperatura de armazenamento, podendo criar, no interior da embalagem, uma condição anaeróbia caso o produto seja mantido em temperaturas elevadas por longo período de tempo (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995).

O acúmulo de gotículas de água dentro das embalagens pode servir como meio de transporte para os microrganismos, fazendo com que estes se distribuam mais facilmente para as outras partes do produto, além de dissolver os carboidratos que puderam sair dos tecidos e integrarem uma calda nutritiva (WILEY, 1997).

2.7 Temperaturas de processamento e de armazenamento para produtos minimamente processados

O controle da temperatura é o fator mais importante para minimizar os efeitos promovidos pelas operações de processamento nos tecidos vegetais (KADER, 1992; BRECHT, 1995).

Segundo González e Lobo (2006), a cadeia de frio deve ser mantida durante o processamento, armazenamento e a comercialização, uma vez que o emprego de baixas temperaturas retarda os processos fisiológicos e possibilita o prolongamento da vida útil dos produtos.

A diminuição da temperatura do produto vegetal, logo após a colheita, é fundamental para reduzir a respiração, produção de etileno e a transpiração, que constituem os principais fatores da deterioração fisiológica desses produtos. Apesar do uso da refrigeração ser indispensável, para cada tipo de produto existe uma faixa de temperatura adequada para evitar a ocorrência de injúrias de natureza fisiológica (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

A temperatura da água utilizada na sanificação e no enxágue de frutas e hortaliças processadas, que visa à remoção de exsudados celulares, deve estar próxima a 5°C, a fim de reduzir a taxa respiratória, produção de etileno, bem como outras alterações fisiológicas que induzem à deterioração do produto. A sala de processamento deve estar com temperatura acima de 12°C, mas abaixo de 18-20°C (ARRUDA, 2002; CANTWELL, 1992).

Temperaturas de armazenamento entre 0°C e 3°C podem ampliar a vida útil dos vegetais minimamente processados entre 5 e 18 dias, pois a degradação da qualidade é retardada pelo decréscimo da temperatura, ocasionando redução da taxa respiratória. Conseqüentemente, as perdas sensoriais podem ser reduzidas, particularmente as provenientes de reações oxidativas nos pigmentos e lipídeos, bem como a redução da velocidade das oxidações bioquímicas durante a senescência (CANTWELL, 2000).

Temperaturas superiores a 10°C promovem um incremento muito rápido na concentração de CO₂ no interior das embalagens, devido ao aumento na atividade metabólica e ao crescimento microbiano (WILEY, 1997). De acordo com este autor, as temperaturas recomendadas para o armazenamento de melões variam entre 0°C e 4,4°C. Contudo, a exposição a temperaturas inferiores as recomendadas pode resultar em desordens fisiológicas (KADER, 1992).

Arruda (2002), testando temperaturas de 3°C, 6°C e 9°C no armazenamento de melões rendilhados minimamente processados, verificou que a temperatura de 3°C foi a que melhor conservou a firmeza e as características sensoriais.

Portela et al. (1997) verificaram que a temperatura de 5°C foi mais eficiente que a de 10°C em retardar o crescimento microbiano e preservar a qualidade sensorial de melões Cantaloupe cv. Durango minimamente processados.

2.8 Tratamentos químicos utilizados para a preservação dos produtos minimamente processados

2.8.1 Cloreto de cálcio

O cálcio é um macronutriente vegetal que desempenha função bioquímica importante e favorece numerosos processos metabólicos, como: formação da parede celular, regulação da funcionalidade da membrana celular, constituição da lamela média, além de ativar vários sistemas enzimáticos (MENGEL; KIRKBY, 2000).

Em vegetais, o cálcio desempenha papel fundamental, pois afeta a qualidade do produto final e sua capacidade de armazenamento depois da colheita. Há relação direta entre o conteúdo de cálcio nos frutos e o amolecimento, firmeza e tempo de vida útil (PRATELLA, 2003).

O cálcio, como um sal clorado, tem grande potencial como agente na melhoria da qualidade pós-colheita de minimamente processados, além de ser um produto natural, barato, comestível e aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) para uso pós-colheita (CONWAY; SAMS, 1984).

A importância do cálcio na manutenção da qualidade pós-colheita de frutos tem sido bastante estudada com a obtenção de resultados positivos. O cálcio atua formando ligações covalentes entre as moléculas de pectina da parede celular e da lamela média, originando pectato de cálcio, o qual limita a ação de enzimas como a pectinametilesterase e poligalacturonase, responsáveis pela perda de textura (SHEAR, 1975; SALUNKE; BOLIN; REDDY, 1991). A degradação das moléculas poliméricas como celulose, hemicelulose, pectina e proteínas, amacia as paredes, à medida que diminui a força de coesão que mantém as células unidas. As pectinas correspondem a uma cadeia linear de resíduos de ácidos galacturônicos unidos por ligações α -

1,4, na qual os grupos carboxílicos podem estar parcialmente esterificados com metanol. Quando os grupos carboxílicos encontram-se ligados ao cálcio, formam os pectatos de cálcio, que são denominados protopectina, a qual é predominante nos tecidos de frutos imaturos. O cálcio fixa as cadeias de poliuronídeos à porção solúvel da matriz, aumentando a firmeza e reduzindo o amolecimento dos frutos, uma vez que reduz o acesso da enzima poligalacturonase, evitando que haja a solubilização dos poliuronídeos da parede celular (BRETT; WALDRON, 1990).

Em melões, o amolecimento dos frutos pode estar associado com trocas de frações da parede celular (McCOLLUM; HUBER; CANTLIFFE, 1988; RANWALA; SUEMATSU; MASUDA, 1992). Entretanto, Lester e Dunlap (1985) não associam o amolecimento e a senescência com as trocas ocorridas na membrana, devido a uma perda da integridade da mesma (LESTER; BURTON, 1986), especificamente da membrana plasmática do tecido hipodermal do mesocarpo (LESTER, 1988). Em vista disso, há evidências de que o cálcio regule o amolecimento e a senescência de frutos.

Segundo Conway, Sams e Watada (1995), o tratamento com compostos de cálcio também contribui para a redução da atividade respiratória em tecidos vegetais, haja visto que este elemento atua na biossíntese da produção de etileno, inibindo a conversão do ácido 1-amino-ciclopropano-carboxílico (ACC). Esta redução também pode ser atribuída ao efeito limitante do cálcio na difusão do substrato que se origina do vacúolo, o qual contribui para ação das enzimas que participam da respiração no citoplasma (ROLLE; CHISM III, 1987).

Em frutos inteiros tratados com cálcio na pós-colheita, a penetração desse elemento se dá principalmente através de lenticelas; entretanto, fendas na cutícula e epiderme podem, também, favorecer a sua absorção pela polpa do fruto. Gonçalves (1998) constatou que a maior parte do cálcio introduzido nos tecidos de frutos se acumula na parede celular e na lamela média.

A eficiência da aplicação de cloreto de cálcio tem sido comprovada em diversos estudos, realizados com produtos minimamente processados, relacionando os efeitos desejáveis do mesmo na manutenção da estrutura da parede celular. Carvalho (2000) verificou que em kiwis minimamente processados, o uso deste elemento promoveu uma vida útil de 10 dias, graças aos efeitos do cloreto de cálcio no retardamento da maturação, da senescência e das desordens fisiológicas. Scalón e Chitarra (1995) observaram que morangos armazenados em atmosfera modificada e tratados com cloreto de cálcio nas concentrações de 0,5% e de 1% apresentaram manutenção da qualidade visual e não mostraram contaminação fúngica durante o período de

armazenamento. Em maçãs, o tratamento com cálcio auxiliou na retenção da firmeza do fruto e redução do metabolismo respiratório (CONWAY; SAMS, 1984).

Miranda (2001) em estudo realizado com mamão minimamente processado tratado com ácido ascórbico (0,5%), peróxido de hidrogênio (1%) e cloreto de cálcio (1%), verificou que o cloreto de cálcio apresentou-se como o mais eficiente na manutenção das características iniciais do fruto, em virtude de garantir a manutenção dos teores de açúcares, de vitamina C e de pectinas solúveis e totais, além da textura.

2.8.2 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico tem ocorrência natural em muitos frutos, porém seu teor não apresenta regularidade ao longo do período de armazenamento, devido, principalmente, à sua sensibilidade e degradação.

Frutas e hortaliças minimamente processadas estão suscetíveis à ocorrência de vários tipos de reações oxidativas, caracterizadas pela remoção dos elétrons com a conseqüente conversão das moléculas para a forma reduzida. Essas reações causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perda ou mudanças no sabor, no aroma ou no odor dos produtos, além de alterações na textura e perda nutricional (WILEY, 1994).

O ácido ascórbico reduz o escurecimento causado pelas enzimas polifenoloxidasas (PPOs), reduzindo quinonas a fenóis, antes que sejam formados pigmentos escuros. Entretanto, o ácido é consumido no processo, a sua aplicação confere uma proteção de caráter temporário contra a descoloração e o escurecimento, a menos que seja usado em concentrações muito altas (GIL; GORNY; KADER, 1998).

O ácido ascórbico é um composto redutor moderadamente forte, de natureza ácida, capaz de formar sais neutros na presença de bases, além de ser solúvel em água. O uso de inibidores de escurecimento em produtos minimamente processados se restringe a componentes que sejam atóxicos e que não causem prejuízos ao sabor e aroma do produto. Esse composto além de se mostrar efetivo na redução do escurecimento, é também reconhecido como seguro para o consumo humano, barato, bem aceito pelos consumidores e capaz de promover um incremento no teor de vitamina C (MIRANDA, 2001).

Andrade (2006), em mamões minimamente processados, submetidos a tratamentos com cloreto de cálcio 1%, ácido ascórbico 0,5% e a combinação dos dois tratamentos, observou logo após o processamento, aumento da taxa respiratória para todos os tratamentos: controle, ácido ascórbico, cloreto de cálcio e combinação dos dois tratamentos, alcançando picos respiratórios de 39,58; 45,63; 30,48 e 35,19 mL CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, respectivamente. Ao longo dos dias de armazenamento, a atividade respiratória dos mamões tratados com ácido ascórbico foi significativamente maior em relação aos demais tratamentos, inclusive o controle, com estabilização no terceiro dia de armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Antonioli (2004) em pesquisa com abacaxis 'Pérola' minimamente processados, onde foram observadas taxas respiratórias superiores ao controle nos tratamentos que continham ácido ascórbico.

Gil, Gorny e Kader (1998), estudando maçãs 'Fuji' fatiadas, tratadas com 2% de ácido ascórbico e armazenadas em atmosfera modificada com reduzido teor de oxigênio, observaram que, independente da atmosfera testada, o tratamento com ácido ascórbico reduziu o escurecimento e prolongou a vida útil das maçãs somente por um curto período de tempo, uma vez que o ácido favoreceu o crescimento de bolores e não retardou o amolecimento dos tecidos.

Laminkra e Watson (2001) verificaram que a utilização de ácido ascórbico preservou a coloração de melão 'Cantaloupe' minimamente processado armazenado a 4°C, por 25 dias.

2.8.3 Películas de revestimento

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície de produtos perecíveis, como frutas e hortaliças. Este fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Película de revestimento pode ser definida como uma fina camada de material comestível, depositada em um alimento. Sua finalidade é inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono e aromas. Ela funciona como uma barreira semipermeável, como meio de transporte de antioxidantes, antimicrobianos e de flavorizantes, promovendo a melhoria da textura e da coloração do produto (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997).

As características requeridas da película comestível dependem, principalmente, das características do alimento a ser revestido. As películas devem apresentar baixa permeabilidade a O_2 para produtos suscetíveis à oxidação e, no caso de frutas e hortaliças frescas devem permitir transferência moderada de gases para reduzir, mas não inibir, a respiração e evitar processos fermentativos resultantes de anaerobiose (DEBEAUFORT; VOILLEY, 1994).

As películas podem ser obtidas de diferentes tipos de materiais, sendo mais utilizados os polissacarídeos, as proteínas e os lipídeos. As propriedades mecânicas dos filmes a base de proteínas, geralmente, são superiores as dos demais (CHEN, 1995). Os polissacarídeos apresentam boas propriedades de formação de filmes e boa barreira aos gases, porém, sendo hidrofílicos, não proporcionam boa barreira à umidade (KESTER; FENNEMA, 1986). Dentre os polissacarídeos, podem ser citados o amido, a celulose, a pectina, o alginato, a quitosana, a carragena e outras gomas (BALDWIN, NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995). Os lipídeos oferecem excelente barreira à umidade, mas apresentam problemas de estabilidade oxidativa (CUQ; GONTARD, GUILBERT, 1995).

As películas, especialmente as de baixa permeabilidade a gases, como os polissacarídeos, reduzem as taxas de escurecimento enzimático. O escurecimento enzimático ocorre através de uma série de reações iniciadas com a oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenoloxidasas (PPOs). A reação acontece como resultado de injúrias mecânicas pós-colheita e da desintegração durante o processamento, que permitem o acesso do O_2 aos tecidos e o contato da enzima com o substrato. A principal consequência é a formação de melaninas, pigmentos escuros que prejudicam a aceitação de muitas frutas. Já que o O_2 é requerido para iniciar a reação, a utilização de filmes comestíveis pode ser útil para reduzir as taxas de escurecimento (MARTINEZ; WHITAKER, 1995). Além da redução das taxas de escurecimento enzimático, as películas melhoram a aparência de frutas processadas. O brilho e a melhor integridade estrutural resultantes da aplicação das películas comestíveis tornam os produtos mais atraentes para o consumidor (KESTER; FENNEMA, 1986; HERSHKO; NUSSINOVITCH, 1998; NUSSINOVITCH, 1998; BALDWIN, NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995).

As películas comestíveis também apresentam as vantagens de poderem ser consumidas juntamente com o produto, e permitirem a retenção de aditivos químicos que auxiliam na manutenção da qualidade e que reduzem a deterioração ocasionada por microrganismos (GUILBERT, 1988).

Os revestimentos ou coberturas não substituem as embalagens sintéticas não comestíveis, mas podem atuar como coadjuvantes, reduzindo o uso das embalagens descartáveis. Os materiais utilizados nas formulações podem ser comestíveis ou não, e são usados como filmes, os quais são pré-formados separadamente e posteriormente aplicados sobre o produto ou são usados como cobertura, aplicados diretamente sobre o produto, formando uma camada fina superficial sobre ele (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As propriedades e características finais das coberturas comestíveis dependem dos constituintes utilizados em sua formulação, do processo de obtenção, pois envolve etapas como precipitação e gelificação, entre outras; e da forma de aplicação no produto. O seu desempenho pode ser melhorado pela adição de plasticizantes, antioxidantes, agentes antimicrobianos ou outras substâncias (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O cloreto de cálcio pode ser incorporado às películas para melhorar a textura e a coloração dos produtos alimentícios, além de induzir a gelificação de algumas películas como a de alginato (BALDWIN, NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995).

Fontes (2005) avaliou o uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas e observou que o tratamento com solução conservadora mostrou-se eficiente na conservação do produto e o uso de películas a base de dextrina, fécula de mandioca e alginato de sódio reduziu o metabolismo do fruto, sendo que a película de alginato de sódio conservou melhor as características físicas e químicas do produto.

2.8.3.1 Alginato de sódio como cobertura comestível

Alginatos são polímeros lineares compostos por resíduos de α -L-gulurônico (G) e β -D-manurônico (M) presentes em proporções e sequência variável. São encontrados em algas marinhas marrons, onde agem como componente estrutural da parede celular e nos espaços intracelulares, promovendo rigidez e ao mesmo tempo flexibilidade às plantas. Podem ser encontrados também em algumas espécies de microrganismos, como bactérias *Azotobacter*, atuando como polissacarídeo capsular. O ácido algínico é a forma livre do alginato, sendo um produto intermediário da manufatura do alginato. Por possuir baixa estabilidade, diferentes sais são incorporados em sua estrutura como sódio, cálcio, magnésio, potássio, para que seja possível sua comercialização (OLIVEIRA, 2004).

Os alginatos são polímeros lineares de alta massa molar com regiões rígidas e flexíveis, constituídas por 2 tipos de açúcares, ácido β -D-manurônico, usualmente chamado de M e ácido α -L-gulurônico, usualmente chamado de G, ligados por ligações glicosídicas (1,4) (NUSSINOVITCH, 1997). Os resíduos M e G podem estar dispostos continuamente, formando blocos homopoliméricos de M (MMMM), blocos homopoliméricos de G (GGGG) ou estar dispostos alternadamente, formando blocos heteropoliméricos de M e G (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Nussinovitch (1997), os monômeros se dispõem para estabelecer uma estrutura energeticamente favorável. Para GG, é a conformação da cadeia 1C_4 ligada por ligação glicosídica α ; para M-M é a conformação da cadeia 4C_1 por ligação glicosídica β . O grupo carboxílico é responsável pela ligação glicosídica equatorial/equatorial no M-M, a ligação glicosídica axial/axial em G-G e a ligação equatorial/axial em M-G. As geometrias de M, G e blocos alternados dependem de formas particulares de monômeros e dos modos de ligação no polímero. A Figura 1 mostra as configurações dos resíduos G e M presentes no alginato. As regiões do bloco G geram um polímero denso e rígido, o bloco M um polímero flexível e as regiões de bloco GM alternadas geram polímeros com dureza intermediária (ONSOYEN, 1997). A ligação glicosídica diaxial entre resíduos G exibe uma grande rotação posterior e gera blocos com natureza rígida e estendida. Esta ligação G-G em sequência forma estrutura de zig-zague, com cavidades, que segundo Smidsrod e Draget (1997) são importantes na ligação de íons e formação de gel.

Figura 1 – Estrutura molecular do alginato mostrando os blocos G, M e GM

Fonte: Nussinovitch (1997)

O alginato forma gel à temperatura ambiente, é estável ao calor, através de reação com cátions divalentes. Para uso alimentício, o cálcio é o íon mais apropriado por não ser tóxico. Smidsrod e Draget (1997) relataram que a alta seletividade de alginatos com íons divalentes, como metais alcalino terrosos ($Mg \ll Ca < Sr < Ba$), indica que as interações entre alginatos e esses íons não são puramente eletrostáticas, mas ocorrem também através de complexação nos blocos G.

A formação dos géis de alginato é independente da temperatura, porém uma mudança na temperatura pode influenciar o processo de gelificação, favorecendo a transição sol-gel na presença de íons cálcio (OLIVEIRA, 2004).

A gelificação ocorre através da ligação iônica de íons cálcio com dois grupos carboxila presentes em resíduos adjacentes. A ligação química ocorre nos resíduos de ácido poligulurônico, que devem estar presentes em certa proporção e devem ocorrer em série. A ligação é feita por íons cálcio, em resíduos G presentes em moléculas adjacentes (OLIVEIRA, 2004).

A Figura 2 mostra a ligação de dois resíduos G com o íon cálcio, cuja estrutura é denominada ‘egg box’.

Figura 2 – Esquema da ligação de resíduos G com o íon cálcio, em moléculas adjacentes de alginato

Fonte: Moe et al. (1995)

Segundo Onsoyen (1997), a formação do gel de alginato de cálcio é um processo de troca iônica, onde o sódio do alginato é trocado com o cálcio presente no meio gelificante. Logo, o processo de gelificação é dependente da quantidade de cálcio presente ou adicionado ao alimento (FMC BIOPOLYMER, 2000).

O pH influencia a estabilidade do alginato de sódio, sendo estável a pH 5,0, porém instável a pH em torno de 11,0. Sais monovalentes presentes na concentração até 0,1N diminuem a viscosidade de soluções diluídas de alginato de sódio. Soluções de alginato apresentam boa compatibilidade com tensoativos aniônicos, não iônicos e anfotéricos, porém altas concentrações de tensoativos promovem diminuição da viscosidade, podendo haver precipitação do alginato na solução. São também compatíveis com sais, exceto com amônia, magnésio ou sais de metais alcalinos (NUSSINOVITCH, 1997).

As películas a base de alginato, por possuírem capacidade de formar géis resistentes ao aquecimento, podem ser usadas como estabilizantes por formar uma fina camada de gel e prevenir a perda de água de alimentos, haja vista que a umidade é perdida pela cobertura antes que o alimento se desidrate significativamente. São boas barreiras ao oxigênio, capazes de retardar a oxidação lipídica dos alimentos e de melhorar o sabor, textura e a adesão (KESTER; FENNEMA, 1986).

Através de avaliação toxicológica a FAO estabeleceu valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) para diversos aditivos. Para o alginato de sódio a Resolução do Ministério da Saúde nº 386

(05/08/1999) especifica quantidade sem prescrição, ou seja, pode ser utilizada quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário (BRASIL, 2006).

Nussinovitch e Hershko (1996) estudaram o uso de película comestível a base de alginato de sódio em bulbo de alho armazenado a 20°C por 14 dias e verificaram que este se mostrou eficiente na redução da perda de umidade.

O uso de película de alginato de sódio em maçã 'Royal Gala' minimamente processada armazenada a 2°C por 13 dias foi eficiente na conservação de suas características físicas e químicas (FONTES, 2005).

2.9 Importância da qualidade sensorial

Para que um alimento seja bem aceito pelo consumidor, as características que determinam sua qualidade devem ser satisfeitas. Tais características estão relacionadas ao conjunto dos atributos referentes à aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo, o qual está relacionado com os atributos físicos e químicos dos frutos. A avaliação destas características é feita através do emprego de métodos de análise sensorial, os quais se constituem em importantes ferramentas no desenvolvimento de produtos alimentares e dependem do julgamento humano por meio dos órgãos dos sentidos, tais como a impressão ao observá-los ou ao degustá-los (CANEPPELE et al., 2000).

A aparência do produto é importante na decisão de compra do consumidor, uma vez que é por meio do impacto visual que o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento. Além disso, este atributo é um dos principais determinantes do valor de comercialização do produto (DELIZA, 2000).

A textura é um dos principais fatores de qualidade de frutas e hortaliças destinadas ao processamento. Estas devem ser firmes o suficiente para suportar os tratamentos a que são submetidas e manter uma boa aparência comercial. Em estágio inicial de degradação, a textura torna-se mais palatável, porém, com o decorrer do tempo, ocorre uma desintegração das estruturas do fruto (AHAMED; LABAVITCH, 1980).

A avaliação sensorial no estudo dos produtos minimamente processados tem sido bastante aplicada e recomendada, por seu potencial de descrição da percepção do consumidor (DELIZA, 2000). Consumidores esperam produtos minimamente processados sem defeito, com maturidade

ótima e com condições frescas. Entre as suas exigências estão sua aparência geral, qualidade sensorial (textura/firmeza e sabor) e qualidade nutricional.

Os testes sensoriais afetivos medem atitudes subjetivas e são utilizados quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores em relação ao produto. Os instrumentos mais empregados como medidas de aceitação de produtos são as diversas formas de escala, como a hedônica, que varia com base nos atributos gosta e desgosta (ARAÚJO, 2003).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) proporciona uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos. Esta análise trabalha com provadores treinados através dos próprios atributos do produto em questão. Além disso, os provadores têm total liberdade para criar sua terminologia sobre os atributos envolvidos com o produto (DUTCOSKY, 1996).

As vantagens da ADQ em relação aos outros métodos de avaliação são: a confiança no julgamento de uma equipe composta por provadores treinados; desenvolvimento de uma linguagem objetiva, mais próxima à linguagem do consumidor; desenvolvimento consensual de uma terminologia descritiva a ser utilizada que implica em maior concordância de julgamentos entre os provadores (BEHRENS; SILVA, 2000).

A disponibilização no mercado de produtos com qualidade sensorial adequada contribui para a satisfação do consumidor e, conseqüentemente, favorece um maior consumo dos produtos minimamente processados (DELIZA, 2000).

Referências

AHMED, A.E.; LABAVITCH, J.M. Cell wall metabolism in ripening fruit. **Plant Physiology**, Washington, v. 65, n. 5, p. 1009-1113, 1980.

ALMEIDA, M.E.M. Processamento mínimo de frutas. In: SEMINÁRIO SOBRE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS MINIMAMENTE PROCESSADOS, 1998, Campinas. **Palestra...** Campinas: FRUTHOTEC-ITAL, 1998. 13 p.

ALVES, R.E.; SOUZA FIHO, M. de S.M. de; BASTOS, M.S.R.; FILGUEIRAS, H.A.C.; BORGES, M. de F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 75-78.

ANDRADE, S.R.R. **Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.):** efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto. 2006. 178 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ANTONIOLLI, L.R. **Processamento mínimo de abacaxi ‘Pérola’.** 2004. 166 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ARAÚJO, F.M.M.C. de. **Qualidade do melão tipo Orange Flesh minimamente processado, armazenado sob atmosfera modificada ativa.** 2003. 69 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de melão rendilhado:** tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ARTES, F.; ESCRICHE, A.J.; MARTINEZ, J.A.; MARIN, J.G. Quality factors in four varieties of melons (*Cucumis melo* L.). **Journal of Food Quality**, Westport, v. 16, n. 2, p. 91-100, 1993.

BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; BAKER, R.A. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Davis, v. 35, n. 6, p. 509-524, 1995.

BEHERENS, J.H.; SILVA, M.A.A. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 60-66, 2000.

BEUCHAT, L.R. Surface disinfection of raw produce. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, Ames, v. 12, n. 1, p. 6-9, 1992.

BICALHO, U. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento de cálcio e de filme de PVC**. 1998. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

BONNAS, D.S. **Qualidade do abacaxi cv. *Smooth cayenne* minimamente processado embalado sob atmosfera modificada**. 2002. 99 p. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

BOSLAND, J.M.; HUGHES, D.L.; YAMAGUCHI, M. Effects of glyphosine and triacontanol on growth, yield and soluble solids content of ‘PMR 45’ muskmelons. **HortScience**, Alexandria, v. 14, n. 6, p. 729-730, 1979.

BRACKETT, R.E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v. 10, n. 3, p. 195-206, 1987.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº 177, de 04 de março de 1999**: regulamento técnico sobre disposições gerais para embalagens e equipamentos celulósicos em contato com alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 01 ago. 2006.

_____. **Resolução – RDC nº 12, de janeiro de 2001**: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2007.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwin Hyman, 1990. 194 p.

BURNS, J.K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction to the Colloquium. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 14-17, 1995.

CAMERON, A.C.; TALASIL, P.C.; JOLLES, D.W. Predicting film permeability needs for modified-atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 25-34, 1995.

CANEPELE, M.A.B.; CANEPELE, C.; MUSIS, C.R.D.; SANTOS, P. dos. Avaliação da qualidade sensorial de manga passa obtida sob diferentes formas de processamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 128-133, 2000.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. p. 277-281.

_____. **Optium procedures for ripening melons**. Davis: University of California, 1994. s.p.

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

CARVALHO, A.V. **Avaliação de kiwi cv. Hayward minimamente processado**. 2000. 86 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CERRUTTI, P.; ALZAMORA, S.M.; VIDALES, S.L. Vanilin as antimicrobial for producing shelf-stable strawberry puree. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 3, p. 608-610, 1997.

CHEN, H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2563-2583, 1995.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1998. 88 p.

_____. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p.

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

COHEN, R.A.; HICKS, J.R. Effect of storage on quality and sugars in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 4, p. 553-557, 1986.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopatology**, St. Paul, v. 74, n. 2, p. 208-210, 1984.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest presume infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 398, p. 31-39, 1995.

COSTA, J.E.S. **Análise físico-química do melão produzido em casa de vegetação e irrigação pelos sistemas de jato-pulsante e gotejamento**. Jaboticabal: UNESP, 1987. 52 p.

COSTA, N.D. **A cultura do melão**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. 114p.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible films and coatings as active layers. In: ROONEY, M.L. (Ed.) **Active food packaging**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 111-142.

DEBEAUFORT, F.; VOILLEY, A. Aroma compound and water vapor permeability of edible films and polymeric packagings. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, n. 12, p. 2871-2875, 1994.

DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 73-74.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1996. 123 p.

DURIGAN, J.F. Processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 86-88.

DURIGAN, J.F.; CASSARO, K.P. Hortaliças minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 159-161, 2000 (Suplemento).

DURIGAN, J.F.; SARGENT, S.A. Uso do melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 10, p. 69-77, 1999.

DUZZI, A.N. **Melão exportação, aspectos técnicos da produção**. Brasília: DENACOOPIICA, 1992. 37 p.

DYCHDALA, G.R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S.S.; BARKLEY, W.E. (Ed.). **Desinfection sterilization and preservation**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p. 131-151.

ELPHICK, A. Fruit and vegetable washing systems. **Food Processing**, Bromley, v. 67, n. 1, p. 22-23, 1998.

EMBRAPA. **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1994.

FADY, C. Critères objectifs de la qualité gustative des fruits: utilisation commerciale des ces critère. **Fruits**, Paris, v. 38, n. 7/8, p. 547-551, 1983.

FANTUZZI, E. **Atividade microbiana em repolho** (*Brassica oleraceae* cv. capitata) **minimamente processado**. Viçosa, 1999. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

FERREIRA, M.A. Um mercado fértil para o Brasil. **Frutas & Legumes**, São Paulo, v. 1, p. 8-11, 2000.

FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E.; COSTA, F.V.; PEREIRA, L.S.E.; GOMES JR., J. In: _____. **Melão: pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43 p. (Frutas do Brasil, n. 10).

FMC BIOPOLYMER. Protanal – RF 6650 alginate. Product Specification Bulletin. **FMC Corporation**, 2000. 2 p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Melão. In _____. **Agrianual 2007: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2007. p. 400-404.

FONTES, L.C.B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas:** efeito na fisiologia e na conservação. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologias de alimentos.** São Paulo: Nobel, 1984. 284p.

GENCO. **Fichas de dados de segurança de materiais:** hipoclorito de sódio. São Paulo: Genco Química Industrial, 1998. 7 p.

GIL, M.I.; GORNY, J.R.; KADER, A.A. Responses of ‘Fuji’ apple slices to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 2, p. 305-309, 1998.

GONÇALVES, F. das C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Vida útil pós-colheita de melão ‘Piel de Sapo’ armazenado em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 49-52, 1996.

GONÇALVES, N.B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne.** 1998. 101 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GONZÁLEZ, M.; LOBO, M.G. Estado actual de los productos mínimamente procesados en Españã. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p. 77-92.

GUILBERT, S. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: application to the protection of tropical fruit dehydrated by osmosis. In: SEON, C.C. (Ed.). **Food preservation by moisture control.** New York: Elsevier Applied Science, 1988. p. 199-219.

GUNES, G.; LEE, C. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and ant browning agentes. **Journal of Food Science**, Chicago, n. 62, p. 572-572, 1997.

HAJDENWURCEL, J.R. **Atlas de microbiologia de alimentos**. São Paulo: Fonte, 1998. 66 p.

HERSHKO, V.; NUSSINOVITCH, A. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium cepa*) skin. **Food Hydrocolloids**, Trondheim, v. 12, n. 2, p. 195-202, 1998.

HOBBS, B.C.; ROBERTS, D. **Higiene y toxicologia de los alimentos**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 1999. 478 p.

HUXSOLL, C.C.; BOLIN, H.R. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 43, n. 2, p. 124-128, 1989.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. 296 p.

KASMIRE, R.F.; CANTWELL, M. Postharvest handling systems: fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. p. 261-266.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: A Review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 47-59, 1986.

KIM, B.S.; KLIEBER, A. Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage with low temperature and citric acid dip. **Journal Science of Food Agriculture**, London, v. 75, n. 7, p. 31-36, 1997.

KING, A.D.; BOLIN, H.R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruit and vegetables. **Food Technology**, Champaign, v. 49, p. 132-135, 1989.

KLEIN, B.P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v. 10, n. 3, p. 179-193, 1987.

KROCHTA, J.M.; MULDER-JOHNSTON, C. de. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

LAMINKRA, O.; WATSON, M.A. Effects of ascorbic acid on peroxidase and polyphenoloxidase activities in fresh-cut cantaloupe melon. **Journal Food Science**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1283-1286, 2001.

LESTER, G.E. Comparisons of 'Honey Dew' and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. **HortScience**, Alexandria, v. 23, n. 1, p. 180-182, 1988.

LESTER, G.E.; BURTON, B.D. Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 5, p. 727-731, 1986.

LESTER, G.E.; DUNLAP, J.P. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 26, p.323-331, 1985.

LEVER INDUSTRIAL. **Sumaveg-Hazerd classification**. London: Unilever U.K. Central Resources, 1995. 4 p.

LUNA-GUSMÁN, I.; CANTWELL, M.A.; BARRET, D.M. Fresh-cut cantaloupe: effect of CaCl_2 dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 201-213, 1999.

MACEDO, J.A.B. **Determinação de trihalometanos em águas de abastecimento público e indústria de alimentos**. 1997. 90 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MADRID, M.; CANTWELL, M. Use of high CO_2 atmospheres to maintain quality of intact and fresh-cut melon. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 6., 1993, Ithaca, **Proceedings...** Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineer Services, 1993. p. 136-145.

MARTINEZ, M.V.; WHITAKER, J.R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 6, n. 6, p. 195-200, 1995.

McCOLLUM, T.G.; HUBER, D.J.; CANTLIFFE, D.J. Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 3, p. 399-403, 1988.

MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento.** 1996. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MENEZES, J.B.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ALMEIDA, J.H.S.; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. In: _____. **Melão: pós-colheita**, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43 p. (Frutas do Brasil, 10).

MENGEL K; KIRKBY E.A. **Principios de nutrición vegetal.** Basilea: Instituto Internacional del Potasio. 2000. 692 p.

MICCOLIS, V.; SALTVEIT JR, M.E. Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melon (*Cucumis melon* L., Inodorus Group) cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 5, p. 211-219, 1995.

MIRANDA, R.B. **Avaliação da qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado.** 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MOE, S. T.; DRAGET, G.S.B.; SMIDSRØD, O. Food polysaccharides and their applications. In: STEPHEN, A. M. (Ed.). **Alginates.** New York: Marcel Dekker, 1995. chap. 9, p. 245-286.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 1, 1999.

_____. Processamento mínimo de hortaliças: tendências e desafios. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 172, 2001.

NGWYEN, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Davis, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.

NUSSINOVITCH, A. Hydrocolloid coating of foods: a review. **Leatherhead Food Industry Journal**, London, v. 1, n. 3, p. 174-188, 1998.

_____. Hydrocolloid applications – Gum technology in the food and other industries. In: _____. **Alginates**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. chap. 2, p. 19-39.

NUSSINOVITCH, A.; HERSHKO, V. Gellan and alginate vegetable coatings. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 185-192, 1996.

OLIVEIRA, A.C. de. **Produção e caracterização de partículas de hidrogéis para aplicações em cosméticos**. 2004. 178 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

OLIVEIRA, A.C.; SOUZA FILHO, M. de S.; FIGUEIREDO, R.W.; TEIXEIRA, J.N.; SOUZA NETO, M.A.; ALMEIDA, R.S. Estudo da caracterização físico-química do melão ‘Cantaloupe’ minimamente processado armazenado a 4°C sob diferentes tipos de corte. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., Campinas. **Resumos...** Campinas: FEA, 2001. p. 223.

ONSOYEN, S. Alginates. In: IMENSON, A. (Ed.). **Thickening and gelling agents for food**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 22-44.

PEDROSA, J.F. **Cultura do melão**. Mossoró: Editora Mossoró, 1995. 39 p.

PEREIRA, A.J. **Produção e qualidade de melão amarelo submetido a pulverização com duas fontes de cálcio**. 1997. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PERONI, K.M.C. **Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. 2002. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 86-88, 1986.

PORTELA, S., NIE, X., SUSLOW, T., CANTWELL, M. Changes in sensory quality and fermentative volatile concentrations of minimally processed Cantaloupe stored in controlled atmosphere. In: INTERNATIONAL CONTROLLED RESEARCH CONFERENCE, 7., Davis, 1997. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. p. 123-129.

PRATELLA, G.C. Note di biopatologia e tecnica di conservazione trasporto dei frutti: l'effetto del calcio in post-raccolta. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, v. 6, p. 70-71, 2003.

PRATT, H.K. Melons. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. p. 207-232.

PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as an antioxidant. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 1, p. 48-50, 1993.

RANWALA, A.P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon ripening. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 100, n. 3, p. 1318-1325, 1992.

ROLLE, R.; CHISM III, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v. 10, n. 3, p. 157-165, 1987.

ROSA, O.O. **Microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados**. 2002. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SAAVEDRA DEL AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete: estudos físico-químico, fisiológicos e microbiológicos**. 2004, 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SALES, A.M. **Perdas nutricionais em alimentos**. Campinas: ITAL, 1988. p. 105.

SALUNKE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables: fresh fruits and vegetables**. 2.th. Boca Raton: CRC Press, v. 1, 1991. 323 p.

SANTOS, H.P. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão amarelo minimamente processado**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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

SAPERS, G.M.; MILLER, R.L.; MILLER, F.C.; COOKE, P.H.; CHOI, S.W. Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 5, p. 1042-1047, 1994.

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

SCALON, S.P.Q.; CHITARRA, M.I.F. Avaliação da qualidade e da vida útil pós-colheita de morangos submetidos à aplicação pós-colheita de CaCl_2 e armazenados sob atmosfera modificada à temperatura ambiente. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 5., 1995, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1995.

SCHILIMME, D.V. Marketing lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 15-17, 1995.

SHEAR, C.B. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 10, n. 4, p. 361-365, 1975.

SILVIERO, P. **La coltivazione del melone**. Verona: L' Informatore Agrario, 1993. 108 p.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159 p.

SMIDSROD, O.; DRAGET, K. I. Food Colloids – proteins, lipids and polysaccharides. In: BERGHSTAHL, E. D. (Ed.). **Alginate gelation technologies**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1997. p. 279-293.

SOUZA, R.A.M. de. Perspectivas do mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 1-21.

STIPP, L.C.L. **Cultura de tecidos em melão amarelo (*Cucumis melo* var. *inodorus* var. *Naudin*)**: organogênese *in vitro* e embriogênese somática. 2000. 63 p. Dissertação (Mestrado em Genética) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

TORTORA, G.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 827 p.

VANETTI, M.C.D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 44-52.

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

WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 50, p. 116-122, 1990.

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.

_____. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. 368 p.

3 ESTUDOS FISIOLÓGICOS E MICROBIOLÓGICOS EM MELÕES ‘AMARELO’ MINIMAMENTE PROCESSADOS SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS

Resumo

O presente experimento teve como objetivo avaliar a taxa respiratória, a produção de etileno e os aspectos microbiológicos de melões ‘Amarelo’ minimamente processados, submetidos a 3 tratamentos (cloreto de cálcio, ácido ascórbico e película de alginato de sódio) em comparação com melões processados sem aplicação de nenhum tratamento, os quais foram utilizados como testemunha, durante o armazenamento refrigerado. A taxa respiratória e a produção de etileno foram avaliadas, em dias alternados, durante 12 dias de armazenamento a 5°C. As análises microbiológicas foram realizadas no dia do processamento e aos 5 e 10 dias de conservação. Todos os melões processados, incluindo os da testemunha e os submetidos aos tratamentos químicos, tiveram redução da respiração ao longo do período de armazenamento. Foi detectada produção de etileno nos frutos minimamente processados, porém em níveis muito baixos. As contagens de bactérias psicrotróficas e de bolores e leveduras mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis. Não foi detectada a presença de microrganismos do grupo coliforme e de *Salmonella* em todos os frutos processados. Conclui-se que melões minimamente processados até o 10º dia de armazenamento a 5°C apresentaram-se em condições de consumo segundo o estabelecido pela legislação vigente para alimentos frescos.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; Processamento mínimo; Respiração; Etileno; Microbiologia

PHYSIOLOGICAL AND MICROBIOLOGICAL STUDIES ON MINIMALLY PROCESSED MELON SUBMITTED TO CHEMICAL TREATMENTS

Abstract

The present research aims to evaluate the respiratory rate, ethylene production and microbiological aspects of minimally processed melons submitted to 3 types of treatment (calcium chloride, ascorbic acid and film of sodium alginate) compared with melons processed without treatment application, which was used as control, during the refrigerated storage. The respiratory rate and ethylene production were evaluated randomly during 12 days of storage at 5°C. Microbiological analyses have been carried out at the same day of processing and after 5 and 10 days of storage. All the processed melons, including the control and the ones submitted to the chemical treatments experienced reduction of the respiration during the storage. Ethylene production was detected in minimally processed melons, but low levels. Psychotropic bacteria, molds and yeasts counts were within acceptable limits and fecal bacteria group and *Salmonella* were not detected. The results showed that minimally processed melons can be consumed until the 10th day of storage at 5°C according to the current legislation for fresh food.

Keywords: *Cucumis melo*; Minimally processed; Respiration; Ethylene; Microbiology

3.1 Introdução

Grandes mudanças no hábito do consumo de frutas e hortaliças vêm ocorrendo desde a última década. Os consumidores cada vez mais desejam produtos de qualidade garantida e que apresentem facilidades de preparo ou consumo. Para atender a essa demanda, as indústrias de processamento de alimentos lançaram no mercado, frutas e hortaliças manipuladas de tal forma que seus tecidos vivos mantenham as características do produto fresco (OLIVEIRA; VALLE, 2000).

As frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm seus tecidos vivos, porém não exibem a mesma resposta fisiológica que o tecido inteiro (WILEY, 1994). Elas são mais perecíveis que quando intactas, pois são submetidas a severos estresses físicos, provenientes, principalmente, das operações de descascamento e de corte. Esses danos mecânicos aumentam o metabolismo, com conseqüente aumento da taxa respiratória e da síntese de etileno, acelerando a deterioração. O etileno proveniente do corte contribui para a biossíntese de enzimas envolvidas em alterações fisiológicas e bioquímicas associadas à senescência (BRECHT, 1995).

A injúria mecânica causada pelo corte ou descascamento é um dos maiores obstáculos para a conservação dos produtos minimamente processados, sendo que a taxa respiratória desses produtos é muito superior a do produto intacto (CANTWELL, 1992).

Adicionalmente, o processamento mínimo favorece a contaminação por microrganismos deterioradores e patogênicos, em virtude do manuseio e do aumento dos danos aos tecidos (WILEY, 1994), ao contrário do que ocorre com as frutas e hortaliças intactas, que são parcialmente protegidas da invasão microbiana pela casca (SHEWFELT, 1986).

Segundo Wiley (1997), a microbiologia é um dos fatores mais importantes dentre os que afetam os produtos minimamente processados de frutas e hortaliças, pois envolve tanto a qualidade sensorial como a segurança dos mesmos. Isto tem feito com que muitas técnicas que estão sendo empregadas proponham mudanças drásticas na forma como as frutas devem ser manipuladas e armazenadas.

A prevenção de enfermidades de origem alimentar veiculadas pelos produtos hortícolas minimamente processados, exige sanificação para a manutenção da qualidade do produto, diminuindo o número de microrganismos contaminantes presentes e prolongando sua vida útil (OLIVEIRA; VALLE, 2000).

Mediante o exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar os aspectos fisiológicos e microbiológicos associados ao processamento mínimo de melão ‘Amarelo’ tratado com cloreto de cálcio, ácido ascórbico e película a base de alginato de sódio.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Origem e manuseio dos frutos

Foram utilizados 40 melões ‘Amarelo’, obtidos junto a produtores da região de Mossoró, RN. Os frutos foram colhidos de acordo com o padrão de maturação utilizado pelos produtores, acondicionados em caixa de papelão e transportados para a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), em caminhão com carroceria coberta com lona. Da CEAGESP, os frutos foram encaminhados à Planta de Processamento de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP, onde foram selecionados quanto ao grau de maturação e ausência de danos mecânicos ou podridões.

Posteriormente, os melões foram lavados com detergente neutro a base de alquil benzeno sulfonato de sódio linear para remover as sujidades, sendo em seguida imersos em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 200ppm por 15 minutos, escorridos e mantidos sob refrigeração, a 10°C, por 12 horas, até o processamento.

3.2.2 Processamento mínimo

Decorrido o tempo de armazenamento, os melões foram cortados ao meio e as sementes removidas, e em seguida cada metade foi cortada em 4 fatias e a casca eliminada. As fatias foram divididas em pedaços menores com aproximadamente 3cm de aresta e estes foram imersos em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 100ppm por 3 segundos, com o objetivo de reduzir os riscos de contaminação (ARRUDA, 2002). Os pedaços de melões foram drenados por aproximadamente 3 minutos em escorredor doméstico, devidamente higienizado, e divididos em quatro lotes:

L1 – Testemunha (melões cortados em cubos);

L2 – Melões cortados em cubos, imersos em solução de cloreto de cálcio a 1% por 3 minutos e drenados por 3 minutos;

L3 – Melões cortados em cubos, imersos em solução de ácido ascórbico a 1% por 3 minutos e drenados por 3 minutos;

L4 – Melões cortados em cubos e revestidos com película a base de alginato de sódio. Este tratamento constou primeiramente na imersão dos cubos em solução de cloreto de cálcio a 0,6%, por um minuto, para promover a gelificação do alginato de sódio a 1%, o qual foi aplicado em sequência, por imersão, durante 2 minutos. A solubilização do alginato de sódio em água mineral foi conseguida pelo aquecimento da suspensão até 70°C e posterior resfriamento até 15°C. Os produtos de melões assim tratados foram deixados por 10 minutos em ambiente refrigerado a 15°C para a secagem da película.

O produto foi acondicionado em bandeja Galvanni® G-92 700mL, de tereftalato de polietileno (PET) munida de tampa, contendo aproximadamente 250g de melão em cubos, que foram armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\pm 5\%$ UR, por um período de 12 dias.

Obedecendo as boas práticas de fabricação, o processamento foi feito em ambiente a 15°C, com piso, bancadas, equipamentos e utensílios, previamente lavados e higienizados com água clorada (200mg.L^{-1}). Os operadores estavam protegidos com luvas, máscaras, toucas e aventais descartáveis, como parte das condições mínimas de assepsia.

3.2.3 Análises fisiológicas

3.2.3.1 Taxa respiratória

Para cada tratamento, foram dispostos 250g de cubos de melão em frascos de vidro herméticos com capacidade de 600mL, os quais foram armazenados a 5°C. Na tampa dos frascos foi colocado um septo de silicone através do qual foi retirada uma alíquota da sua atmosfera interna (1mL).

As amostras de gases foram injetadas em um cromatógrafo a gás, modelo Trace 2000/GC, marca Thermoffinigan, dotado de detector de ionização de chama, e coluna Porapack N, com 2m de comprimento. As temperaturas mantidas no aparelho foram de 100°C para a coluna, 100°C no

injetor, 250°C no detector e 350°C no metanador. O CO₂ foi quantificado pela calibração com padrões de 2.150µL.L⁻¹ e 29.900µL.L⁻¹ de CO₂.

Após uma hora do fechamento dos frascos, foi retirada uma amostra da composição gasosa do interior dos mesmos e se efetuou a medida da evolução de CO₂ em dias alternados durante todo o período de armazenamento. Os resultados foram expressos em mLCO₂.kg⁻¹.h⁻¹.

3.2.3.2 Produção de etileno

Foram utilizadas as mesmas amostras e procedimentos semelhantes para a determinação da taxa respiratória. As temperaturas da coluna e do injetor foram de 100°C e do detector de 250°C. O etileno (C₂H₄) foi quantificado pela calibração com o padrão de 1,94µL.L⁻¹ de C₂H₄.

Após duas horas do fechamento dos frascos foi retirada uma amostra da composição gasosa do interior dos mesmos e mediu-se a evolução de C₂H₄ em dias alternados durante todo o período de armazenamento. Os resultados foram expressos em µLC₂H₄.kg⁻¹.h⁻¹.

3.2.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram feitas no dia do processamento, no 5° e no 10° dia de armazenamento. A microbiota contaminante do melão ‘Amarelo’ minimamente processado foi avaliada pela presença de *Salmonella*, contagem total de bactérias psicrotróficas, contagem de bolores e leveduras, e número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais.

A determinação da presença de *Salmonella* foi feita somente por ocasião do processamento.

3.2.4.1 Preparo da amostra

A unidade analítica utilizada para análise de melão ‘Amarelo’ minimamente processado foi de 25g, retirada assepticamente, a qual foi adicionada a 225mL de água peptonada a 0,1% esterilizada, e homogeneizada em liquidificador esterilizado, obtendo-se assim a diluição 10⁻¹. A diluição 10⁻² foi obtida retirando-se 10mL da diluição 10⁻¹ e adicionando-os a 90mL de água peptonada esterilizada (0,1%) em frascos de diluição. As demais diluições subseqüentes foram obtidas de maneira similar transferindo-se 10mL da diluição precedente para frascos de 90mL de

água peptonada a 0,1%. A análise de *Salmonella* dispensou o uso de diluições, por ter sido empregada uma metodologia distinta, a qual será descrita a seguir.

3.2.4.2 Detecção de *Salmonella*

Para a detecção presuntiva de *Salmonella* sp. foi utilizado o kit rápido 1-2 Test, da Bio Control. Trata-se de um método oficial aprovado pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC 989.13), qualitativo para a detecção das espécies móveis de *Salmonella* sp.

Foi feito um pré-enriquecimento de cada amostra analisada, inoculando-se 25g de melão minimamente processado em um erlenmeyer contendo 225mL de caldo lactosado. Os frascos foram incubados em estufa termostatzada a 35°C, por 24 horas. O pré-enriquecimento favorece sua multiplicação, facilitando a detecção na análise, uma vez que tal patógeno encontra-se normalmente em níveis baixos nos alimentos. Decorrido o tempo de incubação fez-se o preparo dos kits, compostos de dois compartimentos.

A amostra pré-enriquecida foi inoculada na câmara de inoculação (0,1mL) onde primariamente foi adicionada uma gota de solução de iodo-iodeto e depois removido o tampão desta câmara com o auxílio de uma pinça estéril. A câmara de motilidade contém um meio não seletivo, a base de peptona. Esta câmara é fechada por meio de uma pequena ponteira (que foi retirada) para formar um vão no gel e, adicionou-se uma gota da solução de anticorpos polivalentes anti-*Salmonella*. Incubaram-se os kits a 35°C por 24 horas. Após a incubação foi feita a leitura dos resultados.

A possível presença de *Salmonella* é caracterizada pela formação de uma banda visual bem definida (imunobanda) na metade superior do gel na câmara de motilidade. Trata-se de uma banda branca que apresenta forma de U formada pela imobilização da *Salmonella* sp. pelos anticorpos polivalentes H (flagelar) contidos no meio de motilidade.

3.2.4.3 Contagem total de bactérias psicrotróficas

Para a determinação de bactérias psicrotróficas o meio de cultura utilizado foi o Plate Count Ágar (PCA) ou Agar Padrão para contagem e o sistema foi o de semeadura em profundidade.

O alimento preparado foi analisado transferindo alíquotas de 1mL, a partir da diluição 10^{-1} até a 10^{-4} , para placas de Petri esterilizadas, fazendo de cada diluição placas em duplicata; em seguida foram vertidos cerca de 15-20mL de ágar fundido e resfriado a 44-46°C. Depois de agitadas em movimentos circulares, para promover a homogeneização, esperou-se o tempo de solidificação do ágar para serem invertidas e incubadas a 7°C por 10 dias.

Transcorrido o tempo de incubação fez-se a contagem do número de colônias, com o auxílio de um contador de colônias, das duplicatas que apresentaram número entre 25 e 250 UFC; multiplicou-se a média aritmética das duplicatas pelo respectivo fator de diluição. Os resultados foram expressos em UFC/g de melão minimamente processado (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

3.2.4.4 Contagem de bolores e leveduras

Para contagem de bolores e leveduras, utilizou-se o meio Batata Dextrose Ágar (BDA) acidificado com ácido tartárico a 3,5%. A partir da diluição 10^{-1} até a 10^{-4} , foi inoculado 0,1mL de cada diluição, em duplicata, na superfície das placas previamente preparadas e, usando-se uma alça de Drigalski, espalhou-se o inóculo por toda a superfície do meio, até que todo o excesso de líquido fosse absorvido. Após o plaqueamento, as placas foram invertidas e incubadas a 25°C por 5 dias.

Transcorrido o tempo de incubação fez-se a contagem do número de colônias, com o auxílio de um contador de colônias, das duplicatas que apresentaram número entre 25 e 250 UFC; multiplicou-se a média aritmética das duplicatas pelo respectivo fator de diluição. Os resultados foram expressos em UFC/g de melão minimamente processado (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

3.2.4.5 NMP de coliformes totais e fecais

Coliformes totais e fecais foram determinados pelo método do NMP, através da técnica de Tubos Múltiplos.

A técnica de Tubos Múltiplos consta de duas fases distintas: a fase do teste presuntivo, onde se busca detectar a presença de microrganismos fermentadores de lactose e onde é possível

recuperar células injuriadas e a fase do teste confirmativo, através da qual se determina a população real de coliformes totais e fecais.

Para o teste presuntivo foram utilizadas séries de três tubos de ensaio, os quais continham tubos de Durham invertidos no interior e Caldo Lauril Sulfato Triptose suplementado com 50mg.L⁻¹ de 4-metil-umbeliferil-β-D-glucuronídeo LST-MUG (Merck). Este meio tem como fonte de carbono a lactose, que é fermentada pelas bactérias do grupo coliforme, com produção de ácido e gás.

Em cada tubo de ensaio da primeira, segunda e terceira séries foi adicionado 1mL das diluições, 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³, respectivamente.

Todos os tubos foram incubados em estufa termostatzada a 35°C, por 24h. Após 24 horas de incubação, efetuou-se a leitura dos tubos sob lâmpada de luz ultravioleta (6W e λ = 365nm) em cabine escura, sendo considerados positivos para *E. coli*, todos os tubos que apresentarem fluorescência azul (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

Para confirmação de coliformes totais, o conteúdo de tubos suspeitos do LST-MUG (formação de gás nos tubos de Durham) foi transferido com alça microbiológica para tubos com caldo Verde Brilhante Bile (VB, Merck) e incubados a 35°C por 24/48 horas. Foram considerados positivos os tubos que apresentaram crescimento e formação de gás (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

A partir do número de tubos positivos em cada série de ambos os meios, consultando-se seus valores correspondentes na tabela da Associação Brasileira de Normas Técnicas MB 3463, obteve-se o número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais, por grama de melão minimamente processado.

3.2.5 Análise dos resultados

Os resultados obtidos das análises fisiológicas foram submetidos à análise do erro padrão. Para avaliação dos aspectos microbiológicos, os resultados foram expressos em UFC/g de produto para bactérias psicrótróficas e para bolores e leveduras, NMP/g para coliformes fecais e totais e presença ou ausência de *Salmonella*, em 25g de produto.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Taxa respiratória

Verificou-se, independente do tratamento, produção elevada de CO₂ imediatamente após o corte (0 dia) e decréscimo na evolução do CO₂ durante o período de armazenamento (Figura 3), concordando com o relatado por Arruda (2002) que, também detectou maior atividade respiratória logo após o processamento.

O aumento da atividade respiratória observado após o processamento foi devido ao estresse ocasionado pelas operações de descascamento e corte. Esse estresse provoca descompartimentação celular e, com isto, os substratos do metabolismo respiratório entram em contato com os complexos enzimáticos, resultando num aumento da atividade respiratória (PURVIS, 1997).

A intensidade da respiração é um dos fatores determinantes na longevidade dos produtos hortícolas após a colheita, considerando a respiração como um processo oxidativo das substâncias de reserva, levando o órgão à senescência (WILLS et al., 1981).

Figura 3 – Taxa respiratória em melão ‘Amarelo’ minimamente processado armazenado a 5°C, em função dos tratamentos aplicados

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

O tratamento com ácido ascórbico apresentou a maior taxa respiratória até o 2º dia de armazenamento, assumindo em seguida valores semelhantes aos verificados nos demais tratamentos, indicando que o ácido foi sendo consumido ao longo do tempo por ser utilizado como substrato para a respiração do vegetal.

A aplicação de solução de cloreto de cálcio e de ácido ascórbico não colaborou para a redução da atividade respiratória imediatamente após o corte (0 dia), pois os melões que receberam tais tratamentos apresentaram valores maiores do que a testemunha, mas com o decorrer do período, a atividade respiratória das amostras com cloreto de cálcio foi diminuindo e atingindo valores mais baixos em relação à testemunha e aos demais tratamentos, embora não diferissem entre si a partir do sexto dia de armazenamento.

Andrade (2006) constatou que mamões minimamente processados tratados com cloreto de cálcio (1%) mostraram atividade respiratória significativamente menor, indicando que sua aplicação mostrou-se eficaz para a diminuição da atividade respiratória, podendo colaborar para o prolongamento da vida útil do fruto processado.

Fontes (2005) avaliou o uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas e observou que o tratamento com película de alginato de sódio foi o que permitiu maior controle da respiração, o que foi atribuído à sua propriedade de barreira ao O₂, fato não constatado neste trabalho.

3.3.2 Produção de etileno

Em todos os tratamentos e durante o período de armazenamento foram detectadas produções de etileno (Figura 4), porém em níveis muito baixos, inferiores a $0,1 \mu\text{LC}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, sem interesse do ponto de vista de fisiologia e tecnologia pós-colheita, uma vez que este regulador de crescimento começa a ser fisiologicamente ativo a partir do nível citado (REID, 1992). Os dados deste experimento discordam dos relatados por Almeida et al. (2001) que não detectaram produção de etileno em melão ‘Amarelo’.

Apesar da biossíntese do etileno ser ativada pela ocorrência de danos físicos, nem todos os tecidos vegetais, como o observado em melão ‘Amarelo’, respondem a este estresse com aumentos significativos na produção deste hormônio (SALTVEIT, 1998), ou esta é tão baixa que não é capaz de ser detectada, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Produção de etileno em melão 'Amarelo' minimamente processado armazenado a 5°C, em função dos tratamentos aplicados

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

3.3.3 Análises microbiológicas

As etapas de produção, bem como a contaminação inicial da matéria-prima, influenciam diretamente nos padrões de qualidade higiênico-sanitários dos produtos minimamente processados (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

Logo, o acompanhamento microbiológico do melão minimamente processado é de fundamental importância para se avaliar a eficiência dos cuidados tomados durante o processamento do produto. A contagem inicial dos microrganismos nos melões processados foi menor que 0,3 NMP/g para coliformes totais e fecais, variou de $3,8 \times 10^2$ UFC/g a $4,4 \times 10^3$ UFC/g e de $<10^2$ a $1,5 \times 10^3$ UFC/g para bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras, respectivamente, e foi ausente para *Salmonella*, mostrando que as condições de higiene na

manipulação do produto, na etapa de processamento, bem como o binômio concentração/tempo do sanitizante e o controle da temperatura, foram eficientes.

Houve crescimento de bactérias psicrotróficas, ao longo do período de armazenamento, em todos os tratamentos, com contagens variando entre $3,8 \times 10^2$ UFC/g e $2,9 \times 10^4$ UFC/g (Tabela 1). Apesar do aumento das bactérias psicrotróficas verificado no final do armazenamento, as contagens foram baixas, indicando boas condições higiênicas dos produtos em todos os tratamentos. Santos (2003) também observou um aumento no desenvolvimento de bactérias psicrotróficas em melões ‘Amarelo’ minimamente processados com o tempo de armazenamento.

Tabela 1 – Contagem de bactérias psicrotróficas, em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $73 \pm 5\%$ UR por 10 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)		
	0	5	10
Testemunha	$5,6 \times 10^2 \pm 2,97$	$3,2 \times 10^3 \pm 0,82$	$3,0 \times 10^3 \pm 0,04$
CaCl ₂	$8,5 \times 10^2 \pm 0,14$	$8,9 \times 10^3 \pm 0,21$	$2,9 \times 10^4 \pm 2,69$
AA	$4,4 \times 10^3 \pm 0,01$	$6,6 \times 10^4 \pm 1,02$	$3,6 \times 10^3 \pm 0,04$
AS	$3,8 \times 10^2 \pm 0,28$	$2,4 \times 10^3 \pm 1,03$	$1,6 \times 10^3 \pm 0,50$

Os resultados obtidos representam a média aritmética das duplicatas, expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto e desvios padrões.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Em relação aos tratamentos verificou-se que os melões tratados com ácido ascórbico e com cloreto de cálcio foram os que apresentaram as maiores contagens (Tabela 1). Os resultados discordam dos de Andrade (2006), que observou que mamões minimamente processados tratados com cloreto de cálcio (1%) obtiveram menor proliferação destes microrganismos, seguido pelos tratados por ácido ascórbico 0,5%. Lima (2005) verificou redução na contaminação das bactérias psicrotróficas em melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados tratados com ácido ascórbico comparativamente à testemunha, indicando sua eficiência, fato não constatado neste trabalho.

A baixa contagem de bactérias psicrotróficas para as amostras tratadas com película de alginato de sódio em todos os dias de análises pode ser explicada pela alta temperatura a que foi submetida esta película durante o preparo (70°C), que pode ter causado a redução da população microbiana.

Embora não existam na legislação brasileira vigente padrões para bactérias psicrotróficas, no que diz respeito à quantidade de microrganismos presentes em um alimento, pode-se afirmar que quantidades elevadas ($>10^5$ UFC/g) são indesejáveis, pelas seguintes razões: risco do alimento estar deteriorado; perda real ou potencial das qualidades organolépticas; comprometimento da aparência do alimento; quanto maior o número de microrganismos em um alimento, maiores são as possibilidades da presença de microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes (CARUSO; CAMARGO, 1984). No presente trabalho apesar do aumento inicial dos microrganismos, foram obtidas no final do período de armazenamento contagens abaixo deste limite, indicando que o produto estava aceitável para o consumo humano.

A população de coliformes totais ou fecais em todos os tratamentos aplicados e durante os dez dias de armazenamento, foi sempre $<0,3$ NMP/g, ou seja, abaixo do limite de detecção; indicando que o processamento foi conduzido sob condições higiênico-sanitárias adequadas em todas as etapas do processamento. Pinto (2002) também não constatou contagens microbiológicas para o grupo coliforme em melões ‘Honey Dew’ minimamente processados. Peroni (2002), estudando o efeito da aplicação de cloreto de cálcio em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, não observou a presença de coliformes fecais durante o armazenamento, mas verificou a presença de bactérias do grupo coliformes totais.

De acordo Hiraushi e Horie (1982), os coliformes são bons indicadores de contaminação fecal em alimentos; a presença dos mesmos indica manipulação inadequada durante o processamento, uso de equipamentos em más condições sanitárias ou ainda utilização de matéria-prima contaminada.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, pela resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2007) são preconizados padrões microbiológicos para frutas frescas *in natura*, onde se incluem aquelas preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanitizadas, refrigeradas ou congeladas para o consumo direto. A resolução estabelece como padrão máximo a ocorrência de $5,0 \times 10^2$ NMP de coliformes fecais por grama de fruta. Como não foi observada a presença deste grupo de microrganismos nas amostras dos tratamentos analisados, fica evidenciado que estas se enquadram nos padrões microbiológicos brasileiros.

Em todos os tratamentos (Tabela 2) houve crescimento de bolores e leveduras ao longo do armazenamento, com destaque para os melões tratados com ácido ascórbico, os quais obtiveram a

maior proliferação destes microrganismos. Pelos resultados observados, pode-se dizer que a aplicação do ácido ascórbico não foi eficiente em conter o desenvolvimento de bolores e leveduras. Entretanto, Lima (2005) verificou que melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados tratados com ácido ascórbico na concentração de 1% apresentaram contagens muito baixas, da ordem de $0,5 \times 10^1$, diferindo do observado neste trabalho.

Tabela 2 – Contagem de Bolores e Leveduras, em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $73 \pm 5\%$ UR por 10 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)		
	0	5	10
Testemunha	$<10^2 \pm 0,07$	$5,0 \times 10^2 \pm 0,71$	$5,0 \times 10^3 \pm 0,71$
CaCl ₂	$3,5 \times 10^2 \pm 2,12$	$5,5 \times 10^2 \pm 1,41$	$3,0 \times 10^3 \pm 1,41$
AA	$1,5 \times 10^3 \pm 2,12$	$2,0 \times 10^4 \pm 0,14$	$5,4 \times 10^4 \pm 0,71$
AS	$2,5 \times 10^2 \pm 0,71$	$1,5 \times 10^3 \pm 0,71$	$4,5 \times 10^3 \pm 3,54$

Os resultados obtidos representam a média aritmética das duplicatas, expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto e desvios padrões.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Carvalho e Lima (2002), estudando kiwis minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio, observaram crescimento de bolores e leveduras somente nos frutos tratados com ácido cítrico os quais apresentaram uma leve alteração nos valores mínimo e máximo de <30 e $4,9 \times 10^2$ UFC/g, respectivamente, no período de 10 dias.

O tratamento com cloreto de cálcio apresentou no 10º dia de armazenamento menor valor na contagem de bolores e leveduras, indicando que a adição de cloreto de cálcio pode ter influenciado na contagem microbiana das amostras. Estes resultados contrariam o encontrado por Peroni (2002), em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, submetidos a concentrações de cloreto de cálcio de 0; 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2%, que observou maior crescimento de bolores e leveduras nas amostras que receberam as maiores concentrações do sal.

Os cubos revestidos com película de alginato de sódio apresentaram contagens semelhantes à testemunha, mostrando que o uso da película não foi eficiente na diminuição do desenvolvimento de bolores e leveduras. Entretanto, as películas de polissacarídeos, tal como o

alginate de sódio, possuem a propriedade de reduzir o acesso do oxigênio aos tecidos, minimizando o crescimento destes microrganismos que se caracterizam pela aerobiose (KESTER; FENNEMA, 1986).

Moreira (2004) observou alta contagem de bolores e leveduras em laranjas ‘Murcote’ minimamente processadas, submetidas aos tratamentos com parafina e gelatina a 4% no 4º e 7º dias de armazenamento a 12°C.

Os bolores e leveduras são indesejáveis nos alimentos, pois são capazes de produzir grande variedade de enzimas, as quais, agindo sobre os alimentos, provocam sua deterioração. Além disso, muitos bolores e leveduras são capazes de produzir metabólitos tóxicos quando estão se desenvolvendo nos alimentos (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

3.4 Conclusões

- Todos os tratamentos químicos testados demonstraram tendência de decréscimo na atividade respiratória durante o armazenamento refrigerado, indicando que esta não contribui para a redução da vida útil dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados;
- Os cuidados tomados quanto às condições higiênicas durante o processamento do fruto foram satisfatórios para garantir a obtenção de um produto minimamente processado com padrão microbiológico que atendesse à legislação vigente durante todo o período de armazenamento.

Referências

ALMEIDA, A. da S.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E.; PEREIRA, M.E.C.; ALMEIDA, A.V. de. Atividade respiratória e produção de etileno em diferentes híbridos de melão cultivados no pólo agrícola Mossoró-Açu. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, 2001. Suplemento (CD-ROM). Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, Brasília, 41., 2001.

ANDRADE, S.R.R. **Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.):** efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto. 2006. 178 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de melão rendilhado**: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC nº 12, de janeiro de 2001**: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2007.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. p. 277-281.

CARUSO, J.G.B.; CAMARGO, R. Microbiologia de alimentos. In: CAMARGO, R. (Ed.). **Tecnologia dos produtos agropecuários**. São Paulo: Nobel, 1984. p. 35-49.

CARVALHO, A.V.; LIMA, L.C.O. Avaliação da qualidade de kiwis minimamente processados submetidos ao tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2002. p. 10.

FONTES, L.C.B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas**: efeito na fisiologia e na conservação. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

HIRAISHI, A.; HORIE, S. Species composition and growth temperature characteristics of coliforms in relation to their sources. **Journal of General Applied Microbiology**, Tokyo, v. 28, p. 139-154, 1982.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 47-59, 1986.

LIMA, L.C. **Qualidade do melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado e submetido a diferentes métodos de conservação.** 2005. 130 p. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

MOREIRA, R.C. **Processamento mínimo de tangor ‘Murcott’:** caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis. 2004. 72 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

OLIVEIRA, E.C.M.; VALLE, R.H.P.D. Aspectos microbiológicos dos produtos hortícolas minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, n. 14, p. 50-54, 2000.

PERONI, K.M.C. **Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão ‘Amarelo’ minimamente processado.** 2002. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PINTO, S.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia ‘Crimson Sweet’.** 2002. 120 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

PURVIS, A.C. The role of adaptive enzymes in carbohydrates oxidation by stressed and senescing plant tissues. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 7, p. 1165-1168, 1997.

REID, M.S. Ethylene in postharvest technology. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops.** Oakland: University of California. 1992. chap. 13, p. 97-108.

SAAVEDRA DEL AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete:** estudos físico-químico, fisiológicos e microbiológicos. 2004, 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SALTVEIT, M.E. Fresh-cut product biology, In: ANNUAL WORKSHOP FRESH-CUT PRODUCTS: MAINTAINING AND SAFETY, 5., 1998, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 1998. p. 1-10.

SANTOS, H.P. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão amarelo minimamente processado.** 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SHEWFELT, R.L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Tumbull, v. 40, n. 5, p. 70-80, 1986.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 1992. 1219 p.

WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman e Hall, 1994. 368 p.

_____. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.D.; HALL, E.G. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Westport: AVI, 1981. 163 p.

4 ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS DE MELÃO ‘AMARELO’ SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS

Resumo

Este experimento teve por objetivo avaliar a eficiência do uso de cloreto de cálcio, ácido ascórbico e de película a base de alginato de sódio, sobre a preservação da qualidade e a vida útil de melões ‘Amarelo’ minimamente processados. Frutos selecionados, lavados e sanificados foram minimamente processados em forma de cubos, divididos em quatro lotes que constaram de: testemunha, cubos tratados com solução de cloreto de cálcio (1%), cubos tratados com ácido ascórbico (1%) e de cubos revestidos com alginato de sódio (1%); os quais foram acondicionados em bandejas com tampa, de tereftalato de polietileno (PET) e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\pm 5\%$ UR, por um período de 12 dias. A qualidade dos melões minimamente processados foi monitorada por análises físicas e químicas realizadas a cada 2-3 dias. Verificou-se que a perda de massa foi de 0,34% durante todo o período de armazenamento. O ácido ascórbico fornecido pelo tratamento levou a um aumento da acidez nos frutos. O uso de película a base de alginato de sódio resultou em produtos com menor teor de sólidos solúveis e de acidez titulável, menor pH e grau de solubilização da pectina, melhor sabor, além de coloração mais escura da polpa, em decorrência da cor da solução filmogênica. Concluiu-se que os tratamentos químicos estudados pouco afetaram as características físicas e químicas dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados e não estenderam sua vida útil.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; Processamento mínimo; Qualidade; Vida útil; Aditivos

4 PHYSICAL AND CHEMICAL MODIFICATIONS IN MELON MINIMALLY PROCESSED SUBMITTED TO CHEMICAL TREATMENTS

Abstract

This work has been carried out in order to evaluate the efficiency of the calcium chloride, ascorbic acid and of edible film of sodium alginate, on the preservation of the quality and shelf-life of minimally processed melons. The fruits were selected, washed and sanitized. The pulp of the fruits was minimally processed in cubes, divided in four lots that consisted of: control, cubes treated with calcium chloride solution (1%), cubes treated with ascorbic acid (1%) and cubes covered with sodium alginate (1%); which were placed in trays with cover made of polyethylene terephthalate (PET) and stored at $5\pm1^{\circ}\text{C}$ and $73\pm5\%$ RH, for 12 days. The quality of minimally processed melons was monitored by physical and chemical analyses carried out every two to three days. It was verified that the loss of mass was 0.34% during the storage. The ascorbic acid supplied for the treatment took an increase of acidity of fruits. The edible coating of sodium alginate resulted in melons with lesser contents of soluble solids and titratable acidity, lesser pH and degree of pectin solubilization, better flavor, and pulp with darker coloration, as a result of the film solution color. It was concluded that the chemical treatments affected the physical and chemical characteristics of minimally processed melons a little and they did not extend the product's shelf-life.

Keywords: *Cucumis melo*; Minimally processed; Quality; Shelf-life; Additives

4.1 Introdução

O consumo de produtos minimamente processados tem aumentado em todo o mundo. Nos Estados Unidos, a comercialização deste tipo de produto é responsável pelo preparo de cerca de 10% do volume comercializado de frutas e hortaliças frescas e deverá aumentar para cerca de 20% nos próximos 10 anos. No Brasil, o consumo deste tipo de produto ainda é pequeno, porém tem-se observado um rápido crescimento do setor nos grandes e médios centros urbanos, com tendência de expansão (DURIGAN, 2004).

Apesar do aumento da demanda mundial por vegetais frescos minimamente processados, uma maior expansão neste segmento de mercado, tanto para o mercado interno quanto para o externo tem sido dificultada dada a curta vida útil dos mesmos (CENCI, 2000).

A redução da vida útil deste tipo de produto se deve, principalmente, às mudanças fisiológicas decorrentes das operações de processamento, que induzem à perda da integridade celular da superfície cortada; a ocorrência de reações de escurecimento e a formação de metabólitos secundários indesejáveis; além de promover a descoloração, perda da textura e de causar prejuízos ao sabor e ao aroma (LIMA, 2000).

Dentre as modificações indesejáveis que podem ocorrer, o escurecimento é um dos problemas mais importantes em produtos minimamente processados, constituindo uma das principais causas de perda da qualidade (CANTWELL, 1992; CANTWELL, 1996; ARTES; CASTANER; GIL, 1998). Logo, o controle da resposta fisiológica do ferimento no seu processo de preparo é a chave para se obter um produto de boa qualidade.

As enzimas de maior importância no processamento mínimo de frutas e hortaliças são as polifenoloxidasas (PPOs), as peroxidases (PODs) e as lipoxigenases, que estão associadas às modificações no *flavor* e na coloração, além da pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), que atuam na modificação da textura levando ao amaciamento dos tecidos (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de prolongar a vida útil de frutas e hortaliças minimamente processadas, dentre os quais se destacam os tratamentos com aplicação de aquecimento brando (branqueamento) e ajuste de pH, através do uso de preservativos químicos (MUNTADA et al., 1998).

O ácido ascórbico é um agente antioxidante natural que evita o escurecimento dos tecidos, a perda do aroma e sabor, bem como as mudanças na textura e a redução da qualidade nutricional (CHITARRA, 2000). De acordo com Préstamo e Manzano (1993), o uso de ácido ascórbico como antioxidante, além de ser totalmente seguro para o consumo humano, pode aumentar o teor de vitamina C de certas frutas e hortaliças.

A eficiência do cloreto de cálcio tem sido comprovada por diversos estudos realizados com produtos minimamente processados, e se relacionam à manutenção da estrutura da parede celular. Carvalho (2000) verificou em kiwis minimamente processados e tratados com cloreto de cálcio, uma vida útil de 10 dias, comprovando os efeitos desejáveis da aplicação deste sal no retardo do amadurecimento, senescência e da ocorrência de desordens fisiológicas.

Além disso, o uso de películas de baixa permeabilidade a gases, como as de polissacarídeos a exemplo das de alginato de sódio, reduzem as taxas de escurecimento enzimático (MARTINEZ; WHITAKER, 1995). De fato, alguns autores obtiveram redução nas taxas de escurecimento enzimático em frutas, como resultado da adição de coberturas a base de polissacarídeos (HOWARD; DEWI, 1995; ZHANG; QUANTICK, 1997; JIANG; LI, 2001). Além da redução das taxas de escurecimento enzimático, outros efeitos importantes são obtidos na aparência de frutas processadas. O brilho e a melhor integridade estrutural conferidos pelas películas comestíveis tornam os produtos mais atraentes para o consumidor (KESTER; FENNEMA, 1986; HERSHKO; NUSSINOVITCH, 1998; NUSSINOVITCH, 1998; BALDWIN et al., 1999).

Este experimento teve por objetivo avaliar a eficiência do uso de cloreto de cálcio (1%), ácido ascórbico (1%) e de película a base de alginato de sódio (1%), sobre a preservação da qualidade e a vida útil de melões ‘Amarelo’ minimamente processados.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Origem e manuseio dos frutos

Foram utilizados 40 melões ‘Amarelo’, obtidos junto a produtores da região de Mossoró, RN. Os frutos foram colhidos de acordo com o padrão de maturação utilizado pelos produtores, acondicionados em caixa de papelão e transportados para a Companhia de Entrepósitos e

Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), em caminhão com carroceria coberta com lona. Da CEAGESP, os frutos foram encaminhados à Planta de Processamento de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP, onde foram selecionados quanto ao grau de maturação e ausência de danos mecânicos ou podridões.

Posteriormente, os melões foram lavados com detergente neutro a base de alquil benzeno sulfonato de sódio linear para remover as sujidades, sendo em seguida imersos em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 200ppm por 15 minutos, escorridos e mantidos sob refrigeração, a 10°C, por 12 horas, até o processamento.

4.2.2 Processamento mínimo

Decorrido o tempo de armazenamento, os melões foram cortados ao meio e as sementes removidas, e em seguida cada metade foi cortada em 4 fatias e a casca eliminada. As fatias foram divididas em pedaços menores com aproximadamente 3cm de aresta e estes foram imersos em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 100ppm por 3 segundos, com o objetivo de reduzir os riscos de contaminação (ARRUDA, 2002). Os pedaços de melões foram drenados por aproximadamente 3 minutos em escorredor doméstico, devidamente higienizado, e divididos em quatro lotes:

L1 – Testemunha (melões cortados em cubos);

L2 – Melões cortados em cubos, imersos em solução de cloreto de cálcio a 1% por 3 minutos e drenados por 3 minutos;

L3 – Melões cortados em cubos, imersos em solução de ácido ascórbico a 1% por 3 minutos e drenados por 3 minutos;

L4 – Melões cortados em cubos e revestidos com película a base de alginato de sódio. Este tratamento constou primeiramente na imersão dos cubos em solução de cloreto de cálcio a 0,6%, por um minuto, para promover a gelificação do alginato de sódio a 1%, o qual foi aplicado em sequência, por imersão, durante 2 minutos. A solubilização do alginato de sódio em água mineral foi conseguida pelo aquecimento da suspensão até 70°C e posterior resfriamento até 15°C. Os produtos de melões assim tratados foram deixados por 10 minutos em ambiente refrigerado a 15°C para a secagem da película.

O produto foi acondicionado em bandeja Galvanni® G-92 700mL, de tereftalato de polietileno (PET) munida de tampa, contendo aproximadamente 250g de melão em cubos, que foram armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\pm 5\%$ UR, por um período de 12 dias.

Obedecendo as boas práticas de fabricação, o processamento foi feito em ambiente a 15°C , com piso, bancadas, equipamentos e utensílios, previamente lavados e higienizados com água clorada (200mg.L^{-1}). Os operadores estavam protegidos com luvas, máscaras, toucas e aventais descartáveis, como parte das condições mínimas de assepsia.

As avaliações físicas e químicas dos produtos minimamente processados foram realizadas a cada dois a três dias em amostras retiradas aleatoriamente do ambiente experimental.

4.2.3 Análises físicas

4.2.3.1 Perda de massa fresca

A massa fresca dos melões minimamente processados foi determinada mediante pesagem em balança Tecnal modelo B-TEC-5000, o que permitiu expressar as variações em porcentagem acumulada.

4.2.3.2 Umidade

Foi determinada em balança determinadora de umidade Tecnal modelo B-Top-Ray, por radiação infravermelha, a qual permitiu expressar os resultados em porcentagem (%).

4.2.3.3 Coloração

A coloração foi determinada por reflectometria usando-se um colorímetro Minolta, modelo CR 400/410 (MINOLTA CORP., 1994), que se expressa pelos valores L, a^* e b^* (*color space*), segundo o sistema proposto pela Comissão Internationale de L'Eclairage (CIE).

A cor é relatada por três parâmetros que, integralizados em um diagrama, mostram a coloração do produto, onde L representa a luminosidade que varia de 0 a 100, na qual o valor 100 indica o branco e o valor 0 indica a ausência de luminosidade ou negro. O ângulo *hue* ou ângulo de cor, obtido através da expressão $\tan^{-1} (b^*/a^*)$, mostra a localização da cor no diagrama e a

cromaticidade, expressa pela equação $C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$, indica a intensidade da cor, sendo a distância do centro à extremidade do diagrama.

O procedimento adotado foi o de leituras em dois cubos por bandeja e os resultados foram expressos em luminosidade (L), ângulo *hue* ou de cor ($^{\circ}h$) e cromaticidade (C).

4.2.3.4 Textura

Foi determinada com o auxílio de texturômetro “Texture Test System”, modelo TP-1 acoplado a um registrador automático de variação de força, operando em célula padrão de compressão de cisalhamento CS-1, com 10 lâminas de 1/8 polegadas de espessura e ângulo de 90°. As amostras foram previamente pesadas e colocadas na célula teste de cisalhamento e compressão, de tal forma que as lâminas das células tivessem ação paralela às amostras. Foi utilizado sensor em 300lbf (libras-força) e velocidade de descida do pistão de 20cm.min⁻¹. Foram feitas medições em dois cubos de cada bandeja, sendo os resultados expressos em Newton (N).

4.2.4 Análises químicas

4.2.4.1 pH

Foi medido usando-se potenciômetro marca Tecnal modelo Tec-3MP em amostras liquefeitas, segundo metodologia indicada pela AOAC (2005).

4.2.4.2 Sólidos Solúveis (SS)

Foi quantificado em refratômetro Atago n° 1 (0~32°Brix), utilizando-se polpa homogeneizada em triturador doméstico tipo ‘mixer’. Os resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 2005).

4.2.4.3 Acidez titulável (AT)

Foi determinada por titulação de amostra de suco, com solução de NaOH a 0,1M padronizada, tendo como indicador fenolftaleína a 1%. Este teor foi expresso em gramas de ácido cítrico. 100g^{-1} (AOAC, 2005).

4.2.4.4 Relação SS/AT

Foi calculada através da relação entre o teor de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT).

4.2.4.5 Ácido Ascórbico

Foi dosado através de titulometria com solução de 2,6 dicloro-fenol-indofenol de sódio em alíquota de suco diluída em ácido oxálico a 0,5%, de acordo com Strohecker e Henning (1967).

4.2.4.6 Açúcares redutores (glicose e frutose) e totais (sacarose e redutores)

Foram determinados por colorimetria através do método Somogy-Nelson (NELSON, 1944), cujos resultados foram expressos em $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

4.2.4.7 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS)

As pectinas, total e solúvel foram extraídas segundo a metodologia padronizada por McCready e McComb (1952). No doseamento foi utilizada a técnica de Bitter e Muir (1962), e os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico. 100g^{-1} . A porcentagem de solubilidade foi obtida pela porcentagem de pectina solúvel em relação à pectina total.

4.2.4.8 Compostos fenólicos

O conteúdo de compostos fenólicos foi determinado segundo o método espectrofotométrico de Folin Ciocauteau utilizando ácido gálico como padrão, conforme a recomendação de Woisky e Salatino (1998). Os resultados foram expressos em g de ácido gálico. 100g^{-1} .

4.2.4.9 Atividade da Polifenoloxidase

A extração da polifenoloxidase foi realizada de acordo com o método proposto por Matsuno e Uritani (1972). As leituras foram feitas a 395nm e expressas em unidade de atividade enzimática (UAE).min⁻¹.g⁻¹.

4.2.4.10 Atividade da Peroxidase

A extração foi feita segundo o método proposto por Wisseman e Lee (1980). A atividade foi medida conforme recomendação de Matsuno e Uritani (1972), substituindo-se o substrato o-fenilenodiamina por guaiacol a 1%. As leituras foram feitas a 470nm e expressas em unidade de atividade enzimática (UAE).min⁻¹.g⁻¹.

4.2.5. Análise dos resultados

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com esquema fatorial 4x6 (4 tratamentos e 6 épocas de amostragem) e 3 repetições, tendo como unidade experimental uma embalagem do produto.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e a comparação das médias pelo Teste de Tukey (5%), de acordo com o proposto por Gomes (2002).

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Características físicas

4.3.1.1 Perda de massa

A perda de massa se relaciona com a perda de água, causa principal da deterioração, induzindo a perdas na aparência, como murchamento e enrugamento, e nas qualidades texturais, como o amaciamento e a perda de frescor (KADER, 2002).

Os fatores tratamento e tempo de armazenamento, isoladamente, foram significativos para a variável perda de massa, não apresentando interação significativa. Verificou-se que ocorreu uma

gradativa perda de massa ao longo do período de armazenamento (Tabela 1). Este aumento pode ser atribuído à perda de umidade e de material de reserva pela transpiração e respiração, respectivamente. A perda de massa ao longo dos 12 dias de armazenamento foi pequena, a qual pode ser devida à proteção oferecida ao produto pela embalagem, cumprindo o proposto por Sarantópoulos (1999) e Durigan (2000). Durante o armazenamento, a perda de massa do melão pode representar sério prejuízo econômico, pois, normalmente o fruto é vendido por unidade de massa (PERONI, 2002).

Os cubos tratados com cloreto de cálcio (1%) apresentaram perda de massa superior à testemunha, aos cubos tratados com ácido ascórbico e aos revestidos com película de alginato de sódio, indicando que a aplicação do sal clorado foi pouco eficaz na redução da perda de peso (Tabela 1). Peroni (2002), estudando o efeito de diferentes concentrações de CaCl_2 em melão ‘Amarelo’ minimamente processado, verificou uma perda média de 0,11%, inferior à encontrada neste trabalho.

Os produtos da testemunha, os tratados com ácido ascórbico e os revestidos com película não apresentaram diferenças quanto à perda de massa. Estes resultados vão ao encontro do observado por Lima (2005) em melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados e tratados com ácido ascórbico, que constatou comportamento semelhante entre os produtos da testemunha e os imersos em ácido. Entretanto, em relação à aplicação da película de alginato de sódio, pode-se dizer que não houve efeito significativo na redução da perda de massa e no murchamento dos melões processados.

Embora tenha sido observada diferença significativa entre os tratamentos, pode-se afirmar que os valores encontrados estiveram abaixo dos valores críticos de perda de massa indicados por Finger e Vieira (1997), que afirmam que a perda de massa máxima, sem aparecimento de murchamento ou enrugamento da superfície oscila entre 5% e 10% e que a perda de massa aceitável para os produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência dos consumidores.

Tabela 1 – Valores médios de perda de massa fresca (%) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	Perda acumulada (%)
Tratamentos	
Testemunha	0,15 b
CaCl ₂	0,20 a
AA	0,16 b
AS	0,16 b
Armazenamento (dia)	
1	0,00 d
3	0,06 c
5	0,10 c
8	0,22 b
10	0,28 b
12	0,34 a

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,04; d.m.s. (dia) = 0,06; C.V.(%) = 28,30.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

4.3.1.2 Umidade

A umidade de um fruto pode ser definida como a quantidade de água presente no vegetal na sua totalidade, em duas diferentes formas (livre e ligada). A perda de água dos frutos relaciona-se principalmente ao processo de transpiração, respiração e ao tempo de armazenamento e resulta em enrugamento, amolecimento dos tecidos e perda de brilho, tornando-os mais suscetíveis às deteriorações. Também pode ocasionar alterações na cor e no sabor dos mesmos (KADER, 1992).

Os teores de umidade dos melões minimamente processados não variaram significativamente entre os tratamentos, indicando que estes não influenciaram na umidade das amostras (Tabela 2). Estes resultados confirmam os obtidos em relação à perda de massa, na qual se verificou que os produtos processados apresentaram perda mínima (< 0,4%).

Considerando o período de armazenamento, observou-se que os melões minimamente processados não apresentaram perdas significativas de umidade com o tempo de armazenamento, embora no primeiro dia de armazenamento a umidade dos produtos tenha se mostrado menos elevada, o que pode ser atribuído à amostragem. Fontes (2005) também não constatou perda de umidade em maçãs minimamente processadas, tratadas com solução conservadora e com películas comestíveis, durante a conservação.

Silva et al. (2003) constataram que a aplicação de CaCl_2 (1%) exerceu influência sobre a umidade do abacaxi minimamente processado, a qual implicou em menor teor de umidade.

Estudo realizado por Vieira, Vieites e Evangelista (2000) mostrou que abacaxis minimamente processados recobertos com película de fécula de mandioca (3%) apresentaram maior perda de água que a testemunha, após uma semana de armazenamento refrigerado.

Tabela 2 – Valores médios de umidade (%) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	Umidade
Tratamentos	
Testemunha	93,25 a
CaCl_2	93,15 a
AA	92,97 a
AS	93,38 a
Armazenamento (dia)	
1	91,62 b
3	93,32 a
5	93,27 a
8	93,81 a
10	93,50 a
12	93,52 a

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,98; d.m.s. (dia) = 1,34; C.V.(%) = 0,93.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CaCl_2 = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

4.3.1.3 Coloração

A coloração do produto é um dos principais parâmetros para a caracterização da qualidade, pois os consumidores mantêm uma relação positiva entre esses dois fatores (KAYS, 1991).

Luminosidade (L)

Constatou-se que os valores de luminosidade (L), de maneira geral, decresceram durante o armazenamento, indicando que houve escurecimento da polpa do melão com o avanço dos dias (Tabela 3; Anexos A e B).

Tabela 3 – Valores médios de luminosidade (L) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	L
Tratamentos	
Testemunha	66,98 a
CaCl ₂	66,90 a
AA	63,35 b
AS	57,64 c
Armazenamento (dia)	
1	65,67 a
3	63,38 ab
5	64,19 a
8	64,91 a
10	63,68 ab
12	60,48 b

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 2,47; d.m.s. (dia) = 3,36; C.V.(%) = 6,31.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Arruda (2002) e por Pinto (2002), que observaram diminuição nos valores de luminosidade em melões rendilhados e em melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados, respectivamente.

Os melões minimamente processados tratados com alginato de sódio apresentaram menor valor médio de luminosidade comparado aos demais tratamentos. A coloração mais escura nas amostras revestidas com película pode ser atribuída à coloração da solução de alginato de sódio, que é levemente marrom, fato também constatado por Fontes (2005) em maçãs minimamente processadas revestidas com esta película.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os produtos da testemunha e os tratados com cloreto de cálcio (1%), porém estes foram os que apresentaram os maiores valores de luminosidade. Logo, pode-se dizer que o uso deste sal não influenciou significativamente na taxa de escurecimento de melões minimamente processados, uma vez que mostraram valores semelhantes aos encontrados na testemunha.

Peroni (2002), estudando melões ‘Amarelo’ minimamente processados tratados com diferentes concentrações de CaCl_2 constatou diminuição no valor de L ao longo do período de armazenamento e no último dia (10º dia) verificou translucidez no produto, indicando que o mesmo estava em estágio avançado de senescência.

Verificou-se também que a adição de ácido ascórbico não foi efetiva na minimização do escurecimento enzimático nos melões minimamente processados, já que estes se apresentaram mais escuros que a testemunha. Estes resultados diferem dos encontrados por Laminkra e Watson (2000), os quais constataram que a utilização de ácido ascórbico preservou a coloração de melão ‘Cantaloupe’ minimamente processado por 25 dias, a 4°C.

Ângulo de cor ($^{\circ}h$)

Houve interação significativa entre os tratamentos e o período de armazenamento em relação ao ângulo de cor (Tabela 4).

O ângulo *hue* ou de cor se manteve praticamente inalterado ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos, exceto em relação à testemunha, que se tornou mais amarelada, passando de 105,19° para 103,85°, indicando que estes melões estavam em estágio mais avançado de maturação (Tabela 4; Anexos A e B).

Quando se observam as diferenças entre os tratamentos verifica-se que os melões apenas diferiram entre si quanto ao ângulo de cor no 8º dia de armazenamento, sendo que os frutos tratados com alginato de sódio apresentaram o menor valor médio para a variável em questão, denotando coloração mais amarelada (Tabela 4). Estes resultados concordam com os obtidos por Fontes (2005), que também constatou menores valores do ângulo de cor em maçãs minimamente processadas e revestidas com película comestível.

Tabela 4 – Valores médios de ângulo de cor ($^{\circ}h$) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	105,91 aAB	109,18 aA	108,96 aA	107,66 aAB	106,82 aAB	103,85 aB
CaCl ₂	105,49 aA	107,04 aA	108,36 aA	106,36 abA	104,30 aA	106,81 aA
AA	108,23 aA	106,47 aA	108,58 aA	104,81 abA	104,95 aA	107,74 aA
AS	106,02 aA	105,34 aA	106,02 aA	103,17 bA	106,89 aA	104,31 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 3,95; d.m.s. (dia) = 4,39; C.V.(%) = 2,47.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os resultados mostram que os tratamentos químicos colaboraram para a preservação da coloração inicial do melão. Este é um dado importante, uma vez que os parâmetros que definem a coloração também podem ser indicativos da perda de qualidade, uma vez que, quando o produto muda suas características originais, escurecendo e/ou adquirindo outra tonalidade, entende-se que sua aparência característica é perdida e sua aceitação é menor (CHITARRA, 1994).

Segundo Lurie e Klein (1992), a elevação do conteúdo de cálcio colabora para a inibição das mudanças de coloração no tecido de muitos frutos, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Cromaticidade (C)

A cromaticidade representa a intensidade da pigmentação da cor predominante no produto analisado. Neste experimento foi verificado que não houve efeito significativo dos tratamentos

químicos nem do período de armazenamento, indicando que estes fatores não influenciaram na pigmentação amarelada da polpa dos melões minimamente processados (Tabela 5).

Andrade (2006) avaliando a cor da polpa de mamões minimamente processados verificou que os frutos tratados com CaCl_2 (1%) e CaCl_2 mais ácido ascórbico (0,5%) obtiveram valores de cromaticidade semelhantes à testemunha durante todo o período de armazenamento.

Tabela 5 – Valores médios de cromaticidade (C) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	C
Tratamentos	
Testemunha	10,48 a
CaCl_2	9,96 a
AA	10,76 a
AS	8,72 a
Armazenamento (dia)	
1	10,66 a
3	10,36 a
5	11,63 a
8	9,08 a
10	9,17 a
12	8,90 a

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 2,01; d.m.s. (dia) = 2,74; C.V.(%) = 32,85.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CaCl_2 = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

4.3.1.3 Textura

As mudanças texturais de frutos estão relacionadas a mecanismos enzimáticos e não enzimáticos que influenciam direta ou indiretamente na arquitetura da parede celular (SEYMOUR; TAYLOR; TUCKER, 1993).

Houve alterações significativas para a interação entre os tratamentos e o período de armazenamento. Embora tenha havido oscilações ao longo dos dias de avaliação, em todos os

tratamentos, observou-se que os melões apresentaram, no 12º dia, valores de textura semelhantes aos do primeiro dia, indicando que não houve amaciamento da polpa, evento comumente observado em frutas e hortaliças e atribuído à modificação na composição da parede celular pela ação de enzimas (CHITARRA, 1999).

Tabela 6 – Valores médios de textura (N) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	0,43 aAB	0,39 cB	0,62 aA	0,56 abAB	0,41 bB	0,41 aB
CaCl ₂	0,59 aB	0,74 aB	0,58 aB	0,59 abB	1,01 aA	0,57 aB
AA	0,45 aA	0,62 abA	0,63 aA	0,47 bA	0,46 bA	0,48 aA
AS	0,45 aB	0,56 bB	0,56 aAB	0,72 aA	0,53 bAB	0,50 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,17; d.m.s. (dia) = 0,19; C.V.(%) = 14,21.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Analisando-se o efeito dos tratamentos, observa-se que houve diferenças significativas somente no 3º, 8º e 10º dias, tendo os produtos da testemunha apresentado os menores valores, os tratados com ácido ascórbico textura mais macia e os tratados com cloreto de cálcio textura mais rígida, respectivamente. Contudo, pode-se dizer que os tratamentos químicos não contribuíram para um maior efeito na textura dos melões minimamente processados.

Neste trabalho, as perdas de água foram mínimas e inferiores a 0,4%, podendo ser consideradas muito baixas e insuficientes para alterar a textura dos melões.

Peroni (2002) verificou que o uso de cloreto de cálcio em diferentes concentrações (0,3%; 0,6%; 0,9% e 1,2%) em melão ‘Amarelo’ minimamente processado foi eficiente na manutenção da textura do fruto, porém o aumento na concentração de cálcio não demonstrou maior efeito sobre a consistência do fruto.

Lima (2005), estudando o efeito do ácido ascórbico sobre a firmeza de melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados, verificou que os frutos tratados com ácido eram mais resistentes, concluindo que houve influência positiva do antioxidante.

Fontes (2005) verificou, em maçãs minimamente processadas revestidas com película de alginato de sódio, textura mais macia que nas imersas em solução conservadora, que usou a combinação de ácido ascórbico, ácido cítrico, cloreto de cálcio e de cloreto de sódio, o que foi atribuído à adição posterior à solução de cálcio, das substâncias formadoras de revestimento, as quais podem ter contribuído para a diluição do efeito deste elemento.

4.3.2 Características químicas

4.3.2.1 pH

Foi detectado efeito significativo isolado dos tratamentos aplicados aos melões minimamente processados e do período de armazenamento em relação ao pH dos frutos (Tabela 7). A testemunha apresentou o maior valor de pH (5,65), seguido dos melões tratados com ácido ascórbico (5,51), cloreto de cálcio (5,43) e com alginato de sódio (5,42).

Lima (2005), estudando o efeito da aplicação de ácido ascórbico em melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados, verificou que a testemunha apresentou maior valor de pH que os frutos tratados ácido ascórbico a 3%.

Fontes (2005), em estudo com maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas revestidas com películas comestíveis ou com solução conservadora, observou que os cubos revestidos com película de alginato de sódio foram os que apresentaram os menores valores de pH, indo ao encontro do constatado neste experimento.

Peroni (2002) verificou que a aplicação de CaCl_2 em melões ‘Amarelo’ minimamente processados elevou o pH dos produtos tratados, em comparação ao controle, o que foi atribuído ao fato de este se tratar de um sal clorado de natureza básica, não sendo observado este efeito nos melões (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios de pH em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	pH
Tratamentos	
Testemunha	5,65 a
CaCl ₂	5,43 bc
AA	5,51 b
AS	5,42 c
Armazenamento (dia)	
1	5,62 a
3	5,52 ab
5	5,54 ab
8	5,44 b
10	5,47 b
12	5,45 b

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,08; d.m.s. (dia) = 0,11; C.V.(%) = 1,62.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Houve redução nos valores de pH a partir do 3º dia de armazenamento, com posterior manutenção dos valores, comportamento que se manteve até o final do período (12º dia). Lamikanra; Chen e Banks (2000) encontraram valores de pH que variaram de 6,3 a 6,5 em melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados. No presente trabalho os valores variaram de 5,42 a 5,65.

Os produtos obtidos sempre apresentaram pH inferior a 6,0, o que segundo Wiley (1997) é um fator positivo, pois reduz a probabilidade de crescimento de bactérias patogênicas contaminantes.

4.3.2.2 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis representa os conteúdos em açúcares, ácidos orgânicos e outros constituintes menores. É considerado um indicador de qualidade (doçura, sabor e maturidade)

muito importante, sendo adotado como guia de mercado para a aceitabilidade de melões (SANTOS, 2003).

Houve interação significativa entre os tratamentos e o período de armazenamento no teor de sólidos solúveis (Tabela 8). O tratamento com alginato de sódio (1%) resultou em melões com menores teores de açúcares, com exceção do 10º dia de armazenamento. A imersão dos cubos na solução filmogênica pode ter contribuído para a lixiviação dos sólidos solúveis do vegetal. Estes resultados discordam dos obtidos por Fontes (2005), que verificou que maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas revestidas com película de alginato de sódio apresentaram teor de sólidos solúveis semelhante à testemunha e aos cubos imersos em solução composta por ácido cítrico (0,5%), ácido ascórbico (1%), cloreto de cálcio (0,25%) e cloreto de sódio (0,7%).

O tempo de armazenamento não alterou significativamente o teor de sólidos solúveis dos produtos da testemunha e dos imersos em solução de cloreto de cálcio, indicando que o uso do CaCl_2 não foi eficaz para a preservação dos substratos presentes nos melões minimamente processados.

Os produtos tratados com ácido ascórbico apresentaram tendência de aumento no conteúdo de açúcares até o 5º dia de armazenamento, seguido de manutenção nos teores até o final do armazenamento. Lima (2005) verificou que produtos de melões ‘Orange Flesh’ tratados com ácido ascórbico apresentaram redução acentuada até o 2º dia de armazenamento, com posterior oscilação e tendendo a estabilização até o final do armazenamento.

Tabela 8 – Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	8,23 aA	8,60 aA	8,53 aA	8,33 abA	8,60 aA	8,47 aA
CaCl_2	8,30 aA	7,93 abA	8,27 aA	8,60 aA	8,60 aA	7,60 abA
AA	7,07 bB	7,67 abAB	8,40 aA	7,67 abAB	7,67 aAB	8,53 aA
AS	6,77 bB	7,10 bAB	6,80 bB	7,40 bAB	7,93 aA	7,07 bAB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,98; d.m.s. (dia) = 1,09; C.V.(%) = 5,70.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl_2 = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os melões revestidos com película de alginato apesar de terem apresentado oscilações ao longo do período de armazenamento, chegaram ao último dia de armazenamento com níveis de açúcares semelhantes aos obtidos no primeiro dia de avaliação.

Filgueiras et al. (2000) afirmam que em melões não ocorre aumento no teor de açúcares após a colheita, porém o estresse ocasionado pelas etapas do processamento mínimo pode justificar o aumento na concentração nestes constituintes (MIRANDA, 2001).

Apesar das variações no teor de sólidos solúveis entre os tratamentos, ao final do armazenamento, todos os tratamentos alcançaram níveis inferiores a 9%, considerados ideais para a comercialização no mercado externo (GAYET, 1994).

4.3.2.3 Acidez Titulável (AT)

Os ácidos orgânicos predominantemente encontrados nos frutos são o málico, o cítrico, o tartárico, o acético, o oxálico, o shiquímico, dentre outros (WILLS et al., 1998). Leach et al. (1989), analisando algumas cultivares de melão, revelaram que o ácido cítrico foi o principal componente.

Leach et al. (1989), analisando características químicas de algumas cultivares de melão detectaram ampla faixa de valores médios de AT, variando de 0,040 a 0,140g de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa. No presente trabalho foi observado uma variação de 0,109 a 0,140g de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa (Tabela 9), dentro da faixa encontrada pelos autores citados.

Segundo Wiley (1997), a acidez nos frutos pode aumentar quando se adiciona ácido ao fruto na ocasião do processamento. Neste trabalho, os melões tratados com ácido ascórbico apresentaram níveis de acidez significativamente superiores aos demais tratamentos, mostrando a absorção do ácido pelos tecidos.

Andrade (2006), avaliando a acidez de mamões minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos químicos, também verificou que os frutos tratados com solução de ácido ascórbico (1%) apresentaram os maiores valores de acidez em comparação aos demais tratamentos.

Os melões tratados com CaCl₂ (1%) e a testemunha não diferiram significativamente entre si, concordando com o observado por Peroni (2002) que não detectou alterações significativas

entre melões ‘Amarelo’ minimamente processados tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e os frutos controle.

Os melões minimamente processados revestidos com película de alginato de sódio apresentaram os menores valores de acidez, concordando com o comportamento do pH. De acordo com Teisson (1979), em frutos, as variações no pH traduzem as variações na acidez.

Tabela 9 – Valores médios de acidez titulável (g de ácido cítrico.100g⁻¹) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	Acidez titulável
Tratamentos	
Testemunha	0,121 b
CaCl ₂	0,124 b
AA	0,140 a
AS	0,109 c
Armazenamento (dia)	
1	0,114 c
3	0,128 ab
5	0,133 a
8	0,121 bc
10	0,126 ab
12	0,121 bc

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,01; d.m.s. (dia) = 0,01; C.V.(%) = 8,10.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

O tempo de armazenamento influenciou significativamente a acidez dos melões minimamente processados, que apresentaram tendência de aumento até o 5º dia, seguido de estabilização, comportamento que se manteve até o final do período (Tabela 9).

Na maioria dos frutos é comum observar redução da acidez durante a maturação, devido ao uso dos ácidos orgânicos como fonte de energia (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O decréscimo da AT se deve ao processo de amadurecimento do fruto, que causa redução na

adstringência, no teor de compostos ácidos e fenólicos e aumento nas características do aroma devido à emissão de compostos voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 1985). O decréscimo na acidez também pode ser explicado pela utilização destes compostos como substratos respiratórios (GAMA et al., 1991), ou por sua conversão em açúcares, já que, com o amadurecimento dos frutos, ocorre maior atividade metabólica e os ácidos orgânicos constituem uma excelente reserva energética para os frutos, através de sua oxidação no ciclo de Krebs (BRODY, 1996). Neste trabalho, ao contrário, a acidez apresentou aumento, com posterior manutenção e redução dos teores aos 12 dias, ficando semelhante ao tempo inicial.

4.3.2.4 Relação SS/AT

O sabor dos frutos é devido, em grande parte, ao balanço de ácidos e açúcares, o qual é avaliado pela relação SS/AT ou *ratio*. Para o mercado interno de frutos uma relação elevada é desejável (THÉ et al., 2001). Nesse trabalho essa relação foi influenciada pelo tratamento, pelo período de armazenamento e pela interação entre estes fatores (Tabela 10).

Notou-se que houve diminuição na razão sólidos solúveis/acidez titulável com o avanço dos dias somente nos produtos da testemunha, como consequência da maior contribuição dos ácidos. Os valores encontrados para esta relação indicam que, de maneira geral, os conteúdos de açúcares e ácidos não se mantiveram em equilíbrio com conseqüente perda da qualidade inicial ao longo do tempo.

Tabela 10 – Valores médios do *ratio* em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	78,94 aA	69,79 aAB	65,13 aB	74,04 aAB	68,57 aB	66,20 abB
CaCl ₂	68,69 bA	62,80 aA	66,14 aA	68,53 abA	65,33 abA	64,75 abA
AA	54,41 cA	52,01 bA	53,86 bA	59,67 cA	56,67 bA	61,58 bA
AS	69,26 bAB	62,04 aBC	58,05 abC	64,45 bcABC	72,04 aA	70,71 aAB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 8,66; d.m.s. (dia) = 9,65; C.V.(%) = 6,15.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os melões tratados com cloreto de cálcio, ácido ascórbico e alginato de sódio não apresentaram alterações significativas ao longo do tempo, obtendo no 12º dia, valores de sabor semelhantes aos encontrados no primeiro dia de armazenamento, apesar dos frutos revestidos com película terem apresentado redução no valor de *ratio* no 3º e 5º dias, o que foi atribuído à amostragem. Isso demonstra a eficácia dos tratamentos químicos para a preservação da qualidade organoléptica ao longo do tempo.

Analisando-se o efeito dos tratamentos, pode-se dizer que a aplicação de solução de ácido ascórbico resultou em menores valores de *ratio*, o que refletiu a maior contribuição dos ácidos, sugerindo sabor menos agradável.

4.3.2.5 Ácido Ascórbico

Em frutas e hortaliças minimamente processadas, existem vários tipos de reações oxidativas e estas reações causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perda ou mudança do sabor e aroma ou odor dos produtos, mudanças na textura, e perda nutricional devido a destruição de vitaminas A, C, D ou E e de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoléico (WILEY, 1994).

Os teores de ácido ascórbico diminuíram ao longo de todo o período de armazenamento em todos os tratamentos testados. Observa-se que os cubos tratados com cloreto de cálcio e com ácido ascórbico apresentaram perdas no terceiro dia de armazenamento, enquanto que a testemunha e os cubos revestidos com alginato de sódio este comportamento foi constatado a partir do 10º dia (Tabela 11), indicando que o ácido ascórbico e o cloreto de cálcio não foi eficientemente absorvido pelos tecidos. Esta redução pode ser atribuída ao efeito do corte, com exposição dos tecidos ao efeito oxidativo do O₂ do ambiente, com aceleração do processo de senescência.

No primeiro dia de avaliação constatou-se que os cubos que receberam a aplicação de cloreto de cálcio e ácido ascórbico apresentaram os maiores teores de ácido ascórbico, contudo ao longo do período de armazenamento, notou-se que os tratamentos apresentaram a mesma intensidade de perda, indicando que estes não foram capazes de minimizar a redução na concentração de ácido ascórbico durante o armazenamento. Lopes et al. (1994) e Sarzi (2002)

também relataram perdas de ácido ascórbico ao longo do período de conservação em mamão ‘Papaya’ e abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado, respectivamente.

Tabela 11 – Valores médios de ácido ascórbico ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	6,88 bA	7,12 bA	5,47 bAB	5,64 bAB	6,53 aA	4,15 aB
CaCl_2	13,23 aA	8,68 abB	6,17 bC	7,01 bBC	6,20 aC	5,49 aC
AA	12,52 aA	10,07 aB	10,05 aB	9,74 aB	7,20 aC	4,95 aD
AS	7,41 bA	7,99 bA	8,82 aA	7,01 bA	7,37 aA	4,69 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,75; d.m.s. (dia) = 1,95; C.V.(%) = 10,70.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl_2 = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

As perdas de ácido ascórbico em frutas e hortaliças minimamente processadas contribuem para a ocorrência de várias reações oxidativas, que causam escurecimento, descoloração pigmentos endógenos, perda ou mudanças no sabor, aroma e odor de produtos, além de alterações na textura e perda nutricional (WILEY, 1997).

4.3.2.6 Açúcares redutores

O conteúdo de açúcares, durante o desenvolvimento do melão, tem recebido considerável atenção, devido à sua importância na qualidade dos frutos (McCOLLUM; HUBER; CANTLIFFE, 1988) e a qualidade, por sua vez, está relacionada ao conteúdo destes compostos na polpa (SEYMOUR; TAYLOR; TUCKER 1993).

Houve interação significativa do conteúdo de açúcares redutores com o tipo de tratamento químico e o tempo de armazenamento (Tabela 12). Foi possível observar que ao longo do período de armazenamento houve redução nos teores, no 5º dia para os produtos da testemunha e os tratados com CaCl_2 , seguido de manutenção dos teores. Nos tratados com ácido ascórbico e película a base de alginato de sódio o comportamento foi semelhante, com redução no conteúdo de açúcares já no 3º dia.

Tabela 12 – Valores médios de açúcares redutores (g.100g^{-1}) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	4,97 aA	4,77 aA	2,75 aB	2,75 aB	2,72 aB	2,69 aB
CaCl ₂	5,01 aA	4,92 aA	2,67 aB	2,69 aB	2,77 aB	2,72 aB
AA	5,06 aA	3,21 bB	2,81 aB	2,76 aB	2,72 aB	2,72 aB
AS	5,01 aA	2,40 cB	2,75 aB	2,83 aB	2,76 aB	2,69 aB

Obs.: d.m.s (Tratamentos) = 0,71; d.m.s (dia) = 0,79; C.V.(%) = 9,92.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Houve pequenas modificações no conteúdo de açúcares redutores, ao longo do período de armazenamento. Os valores encontrados são inferiores aos constatados por Damasceno et al. (2005), que obtiveram valores entre 3,84 e 5,16% de açúcares redutores em melão espanhol minimamente processado armazenado a 4°C, por 15 dias.

A diferença entre os tratamentos, só foi observada no 3º dia de armazenamento, tendo os melões revestidos com película a base de alginato de sódio apresentado os menores valores. Segundo Chitarra e Chitarra (2005); Auerswald et al. (1999) e Mattheis e Fellman (1999), os açúcares, principalmente os redutores, são responsáveis pela sensação de doçura dos produtos hortícolas e sinalizam a ocorrência de alterações no sabor.

4.3.2.7 Açúcares totais

Os açúcares totais (glicose, frutose e sacarose) constituem 65-85% do conteúdo de sólidos solúveis totais dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O conteúdo de açúcares totais foi influenciado pelos tratamentos, pelo período de armazenamento e pela interação dos fatores (Tabela 13). Isoladamente, o tempo de armazenamento levou a diminuição no conteúdo de açúcares a partir do 3º e 5º dias, na testemunha e nos demais tratamentos, respectivamente; seguido de comportamento estável até o final do armazenamento. Entretanto, as variações observadas foram pequenas, não sugerindo impacto do período de armazenamento sobre a variável em questão, a qual é fundamental na

determinação da doçura de frutos. O comportamento relativamente constante do teor de açúcares totais também foi evidenciado por Damasceno et al. (2005) em melão espanhol minimamente processado armazenado por 15 dias a 4°C, cujos teores médios variaram de 6,28 a 7,40%, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Portela e Cantwell (1998) mostraram que o conteúdo de açúcares totais em melões minimamente processados diminuiu após 12 dias de armazenamento. Bai et al. (2001), informaram que o conteúdo de açúcares em melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados foi de 9,5% não sendo observadas variações significativas durante 12 dias de armazenamento.

Ao contrário de outros frutos, que armazenam apreciáveis quantidades de amido, para posteriormente serem convertidos em açúcares simples, o tecido mesocárpico do melão contém baixíssima reserva deste polissacarídeo, sendo inferior a 1% (WIEN, 1997). Assim, os teores de açúcar dos frutos não aumentam tão logo estes sejam colhidos (CARVALHO et al., 1995; GONÇALVES; MENEZES; ALVES, 1996).

Tabela 13 – Valores médios de açúcares totais ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	11,15 aA	11,15 aA	10,10 aB	10,10 aB	10,09 aB	10,09 aB
CaCl ₂	11,15 aA	10,09 bB	10,09 aB	10,10 aB	10,10 aB	10,09 aB
AA	11,15 aA	10,09 bB	10,09 aB	10,10 aB	10,10 aB	10,09 aB
AS	11,15 aA	10,09 bB	10,09 aB	10,09 aB	10,09 aB	10,09 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,001; d.m.s. (dia) = 0,001; C.V.(%) = 0,003.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os tratamentos apresentaram, de maneira geral, comportamento semelhante, apenas apresentando diferenças significativas no 3º dia de armazenamento, onde os produtos da testemunha mostraram os maiores teores de açúcares totais. Isto pode ser atribuído ao maior teor de sólidos solúveis encontrado neste dia, na testemunha.

As modificações do conteúdo de açúcares são de grande importância para o sabor do fruto e variam de acordo com a cultivar e as condições edafoclimáticas. Os polissacarídeos são

metabolizados a açúcares e estes aumentam gradualmente durante o período de desenvolvimento dos frutos. Este processo pode ser acelerado pelas operações de descasque e fatiamento, que compõem o processamento mínimo (BICALHO, 1998).

É importante salientar que uma maior porcentagem de açúcares redutores em relação aos açúcares totais, confere aos frutos um sabor doce mais acentuado, característica desejável tanto para o consumo natural como para a industrialização (SOUZA, 1984). Analisando-se a diferença entre os teores de açúcares totais e açúcares redutores observa-se que os tratamentos não apresentaram variações significativas entre si, sugerindo que todos os frutos apresentaram sabor semelhante. Entretanto, ao longo do tempo, verificou-se aumento na diferença entre os açúcares, indicando perda no sabor doce.

4.3.2.8 Pectinas solúveis

A pectina corresponde a uma cadeia do ácido poligalacturônico com graus diferentes de esterificação e metilação, a qual juntamente com a celulose, a hemicelulose e o cálcio formam o material estrutural das paredes celulares dos vegetais, denominado protopectina e está presente, em maior quantidade, na lamela média (KLUGE et al., 2002).

Observou-se que o período de armazenamento afetou significativamente o teor de pectina solúvel, o qual se caracterizou pelo aumento neste atributo a partir do 5º dia de armazenamento, indicando que houve solubilização, apesar de não ter sido verificado amaciamento na polpa dos melões na avaliação da textura (Tabela 14).

Segundo Kluge et al. (2002), a solubilização de substâncias pécticas é uma tendência natural durante o amadurecimento dos frutos e devido à ação de algumas enzimas chaves como a protopectinase, que desprende o cálcio da protopectina, a poligalacturonase que atua na despolimerização da cadeia do ácido galacturônico e a pectinametilesterase promovendo a desesterificação ou remoção dos grupos metílicos e acetil da cadeia.

Tabela 14 – Valores médios de pectinas solúveis (mg de ácido galacturônico.100g⁻¹) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	61,79 aD	74,71 abCD	64,72 cD	126,53 aAB	105,49 bBC	157,48 aA
CaCl ₂	45,97 aC	57,43 bC	127,76 bB	151,86 aAB	180,06 aA	171,98 aA
AA	57,17 aB	59,04 abB	125,71 bA	148,28 aA	130,11 bA	153,80 aA
AS	74,29 aB	89,66 aB	166,97 aA	155,74 aA	177,90 aA	165,03 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 31,74; d.m.s. (dia) = 35,37; C.V.(%) = 12,39.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Quando se observa o efeito dos tratamentos sobre os teores de pectinas solúveis, verifica-se que, de maneira geral, estes não levaram a alterações significativas, apesar de se ter constatado diferenças no 3°, 5° e 10° dias. Os resultados indicam que os tratamentos químicos não diferiram quanto à facilidade na atuação de enzimas responsáveis pela degradação da parede celular.

Com base nos resultados, observou-se que não há relação entre as medidas da textura e os teores de pectina solúvel. De acordo com Menezes (1996), o amaciamento durante o armazenamento não pode ser atribuído somente à despolimerização e solubilização de protopectina como sugere Bleinroth (1994), mas a hidrólise de outros componentes da parede celular.

Peroni (2002), estudando o efeito da aplicação de cloreto de cálcio em melões ‘Amarelo’ minimamente processados verificou que não houve a contribuição do cálcio na estabilização da parede celular por meio da formação de pectato de cálcio, mas incremento no teor de pectina solúvel ao longo do período de armazenamento, como o observado neste trabalho.

Carvalho (2000) verificou que kiwis minimamente processados e imersos em solução de ácido ascórbico (1%) obtiveram os maiores teores de pectina solúvel ao longo do tempo em comparação aos demais tratamentos aplicados (CaCl₂ a 1%; ácido cítrico a 1%), indicando que a adição deste ácido colaborou para o maior amolecimento do fruto processado.

4.3.2.9 Pectinas totais

As pectinas de vários frutos e hortaliças variam em quantidade e qualidade, dependendo da espécie vegetal e do estágio de maturação. Mudanças texturais provenientes do amadurecimento normal dos frutos estão intimamente relacionadas à degradação das pectinas (THÉ et al., 2001).

Os fatores tratamento e tempo de armazenamento afetaram interativamente os teores de pectinas totais (Tabela 15).

Houve um aumento significativo do teor de pectinas totais com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos (Tabela 15). A causa provável foi a ocorrência do processo *turnover*, no qual se verifica aumento da síntese de pectina, através do consumo da glicose, em resposta aos danos mecânicos sofridos pelo fruto durante o processamento (PURVIS, 1997), cujo comportamento também foi observado por Andrade (2006).

Tabela 15 – Valores médios de pectinas totais (mg de ácido galacturônico.100g⁻¹) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	332,92 aA	373,26 aA	407,99 aA	378,88 bA	434,03 bA	402,37 bA
CaCl ₂	257,56 aD	393,18 aBC	322,20 aCD	466,20 abAB	575,47 aA	493,26 abAB
AA	294,73 aC	382,45 aBC	395,73 aBC	535,13 aA	445,77 bAB	447,82 bAB
AS	342,77 aC	405,43 aC	421,26 aC	544,03 aAB	446,28 bBC	568,32 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 103,96; d.m.s. (dia) = 115,83; C.V.(%) = 11,40.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

A pectina total apresentou diferenças significativas a partir do 8º dia de armazenamento quando os produtos da testemunha diferiram dos demais. Aos 10 dias, verificou-se que os tratados com CaCl₂ (1%) foram os que apresentaram os maiores teores de pectinas totais, enquanto que nos demais tratamentos nenhuma diferença foi observada. Pela observação dos resultados, notou-se que não houve um comportamento fixo para a referida variável, mas a

testemunha e os tratados com ácido ascórbico apresentaram menor teor de pectinas totais ao final do armazenamento (12 dias).

Os melões tratados com cloreto de cálcio e com alginato de sódio obtiveram no último dia de armazenamento os maiores teores de pectinas totais, mostrando que a adição de cloreto de cálcio não colaborou para a estabilização da parede celular do melão por meio da formação de pectatos de cálcio, o que resultaria em um fruto com polpa firme e consistente.

Menezes, Chitarra e Chitarra (1995) verificaram estabilidade dos compostos pécticos durante o armazenamento do melão amarelo ‘Agroflora 646’. Estes autores sugerem que o amolecimento do melão pode estar relacionado com outros processos, como a perda da integridade da membrana das células mesocárpicas e o rompimento das interações iônicas entre polímeros da parede celular. Lester e Dunlap (1985) também não encontraram mudanças no conteúdo de pectina total durante o amadurecimento do melão, diferindo dos resultados verificados neste trabalho.

A solubilização de substâncias pécticas é uma tendência natural durante o amadurecimento dos frutos. Observou-se que as porcentagens de solubilização das pectinas sofreram a influência dos tratamentos e do período de armazenamento. As interações entre os tratamentos e tempo de armazenamento também foram significativas para esta variável (Tabela 16).

Tabela 16 – Valores médios de solubilização da pectina (%) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	19,07 aC	21,05 aC	14,30 bC	33,56 aAB	24,20 bBC	39,01 aA
CaCl ₂	18,25 aB	14,51 aB	40,49 aA	32,78 aA	13,81 cB	35,38 abA
AA	20,59 aBC	15,50 aC	32,25 aA	27,74 aAB	29,46 bAB	34,30 abA
AS	15,79 aD	22,18 aCD	39,67 aAB	25,64 aCD	34,00 aA	29,04 bBC

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 9,74; d.m.s. (dia) = 10,85; C.V.(%) = 16,84.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os melões revestidos com alginato de sódio apresentaram no último dia de armazenamento a menor porcentagem de solubilização das pectinas, o que pode ser atribuído à maior contribuição

das pectinas totais. A menor taxa de solubilização não era esperada, pois estes frutos não apresentaram textura mais rígida. Nos demais tratamentos o grau de solubilização foi semelhante, não sendo observadas diferenças significativas entre os mesmos.

Ao longo do tempo, verificou-se aumento do grau de solubilização das pectinas, independente do tratamento, o que poderia resultar em frutos menos firmes, qualidade desejável para o consumo *in natura*. Entretanto, este incremento na solubilização não foi suficiente para levar à mudança apreciável da textura.

4.3.2.10 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos contribuem para as características de sabor (acidez, adstringência e amargor), bem como para a coloração amarela, vermelha ou púrpura de muitos vegetais. O estresse causado pelas operações de processamento mínimo intensifica a síntese de compostos fenólicos, que são oxidados formando pigmentos escuros e causando alterações indesejáveis na cor, no sabor e na textura dos produtos processados (CHITARRA, 2000).

O conteúdo de fenólicos nos melões foi influenciado pelos tratamentos, mas não pelo período de armazenamento, a que foram submetidos (Tabela 17). Os maiores conteúdos de fenólicos foram encontrados nos frutos tratados com ácido ascórbico, o que pode ser atribuído à adição do ácido. Ao longo do período de armazenamento não se observou alteração significativa, indicando que os frutos estavam maduros.

Apesar de ter sido detectado teor de compostos fenólicos, notou-se que os valores foram baixos, permitindo inferir que o escurecimento no melão não é resultado da oxidação de compostos fenólicos, conforme o observado por Lamikanra e Watson (2000) em melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados, uma vez que a quantidade de compostos fenólicos presentes é um dos fatores determinantes da taxa de escurecimento enzimático de frutas e hortaliças (MARTINEZ; WHITAKER, 1995).

Tabela 17 – Valores médios de compostos fenólicos (g de ácido gálico.100g⁻¹) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	Compostos fenólicos
Tratamento	
Testemunha	0,040 b
CaCl ₂	0,040 b
AA	0,051 a
AS	0,036 b
Armazenamento (dia)	
1	0,039 a
3	0,041 a
5	0,040 a
8	0,045 a
10	0,044 a
12	0,042 a

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,01; d.m.s. (dia) = 0,01; C.V.(%) = 15,39.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

4.3.2.11 Atividade da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD)

O escurecimento de frutos em resposta a injúrias físicas e fisiológicas é normalmente devido à oxidação de fenólicos. O colapso celular promove a descompartimentalização e o contato dos fenólicos presentes com enzimas associadas ao escurecimento, como as polifenoloxidases (LIMA, 2005); resultando no escurecimento, piora da aparência e na perda da qualidade nutricional (TOMÁS-BARBERÁN; ESPÍN, 2001).

As atividades das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) foram afetadas interativamente pelos fatores tratamento químico e tempo de armazenamento (Tabelas 18 e 19). Ambas as enzimas estão associadas aos processos de escurecimento nos vegetais. Observou-se diminuição na atividade da PPO durante o armazenamento dos melões tratados com cloreto de cálcio e redução mais pronunciada nos revestidos com alginato de sódio. Nos produtos da

testemunha e nos tratados com ácido ascórbico houve estabilidade da atividade da enzima ao longo dos doze dias de armazenamento. Nenhuma diferença foi notada na atividade da PPO, em função do tratamento químico, no primeiro dia de armazenamento. No terceiro dia, os melões tratados com cloreto de cálcio apresentaram atividade da PPO superior aos demais tratamentos.

No quinto e no décimo dia, os cubos revestidos com alginato de sódio apresentaram atividade da PPO inferior à dos cubos submetidos aos demais tratamentos, que se comportaram de maneira semelhante (Tabela 18). Tais resultados indicam que o ácido ascórbico não foi efetivo na redução da atividade enzimática, enquanto que o alginato de sódio mostrou controlar a atividade da PPO, dada à propriedade desta película criar uma barreira que limita o acesso de oxigênio nos tecidos, fundamental para a ativação da polifenoloxidase (WHISTLER; BEMILLER, 1997).

Tabela 18 – Valores médios da atividade da polifenoloxidase ($\text{UAE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	29,73 aA	13,33 bB	27,73 aA	25,73 aA	24,40 aA	23,47 aA
CaCl ₂	25,33 aAB	19,47 aB	28,40 aA	28,40 aA	22,13 abAB	19,47 aB
AA	24,93 aA	13,07 bB	27,33 aA	28,13 aA	22,80 abA	23,73 aA
AS	27,87 aA	12,93 bD	20,27 bBC	26,27 aAB	17,47 bCD	18,00 aCD

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 5,80; d.m.s. (dia) = 6,47; C.V.(%) = 11,63.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Segundo Martinez e Whitaker (1995), os fatores mais importantes que determinam a taxa de escurecimento enzimático de frutas e hortaliças são: as concentrações de enzimas envolvidas no processo, a quantidade de compostos fenólicos presentes, o pH, a temperatura e a disponibilidade de oxigênio no tecido. A compreensão detalhada do processo de escurecimento enzimático é necessária para a obtenção de um produto final aceitável pelos consumidores.

Observou-se, em geral, manutenção da atividade da POD nos melões minimamente processados, exceto nos cubos revestidos com alginato de sódio, nos quais se notou pequena

diminuição na atuação da enzima com o avanço dos dias (Tabela 19). O cloreto de cálcio foi mais efetivo que os demais tratamentos na contenção da atividade da POD, do quinto ao décimo dia de armazenamento, o que pode ser atribuído à amostragem. Estes resultados concordam com o indicado por Laminkra e Watson (2000), que afirmam que a adição de CaCl_2 às frutas e hortaliças não é capaz de induzir aumento na atividade da peroxidase.

Tabela 19 – Valores da atividade da peroxidase ($\text{UAE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)					
	1	3	5	8	10	12
Testemunha	16,60 aA	15,13 aA	20,35 bA	19,14 bA	13,92 abA	18,88 aA
CaCl_2	15,40 aAB	16,47 aAB	10,84 cAB	18,21 bA	9,10 bB	15,22 aAB
AA	18,47 aB	19,95 aB	28,25 aA	19,95 bB	18,61 aB	18,87 aB
AS	20,35 aAB	14,46 aB	19,35 bAB	26,91 aA	17,81 aB	18,20 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 6,81; d.m.s. (dia) = 7,58; C.V.(%) = 17,45.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl_2 = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Com base nestes resultados, pode-se dizer que os menores valores de luminosidade (L) constatados nos melões revestidos com película a base de alginato de sódio não podem ser atribuídos à maiores atividades de POD e da PPO, e sim à coloração da solução filmogênica.

REIS (2002) não observou efeito diferencial da concentração de cisteína (0,5% e 1%) em tratamentos químicos contendo ácido ascórbico (1%), ácido cítrico (1%) e cisteína sobre a atividade de POD, embora o tratamento químico tenha sido efetivo na contenção do seu aumento natural, ao longo do armazenamento de bananas ‘Prata’ minimamente processadas.

Lima (2005) não detectou atividades da polifenoloxidase e da peroxidase em melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados, indicando que estas enzimas possivelmente atuaram antes ou durante o processamento mínimo.

4.4 Conclusões

- Os tratamentos químicos estudados não afetaram significativamente as características físicas e químicas de melões ‘Amarelo’ minimamente processados e não estenderam sua vida útil;
- O uso de película a base de alginato de sódio resultou em produtos com menores teores de sólidos solúveis e de acidez titulável, menor pH e grau de solubilização da pectina, e melhor sabor, além de coloração mais escura da polpa, em decorrência da cor da solução filmogênica;
- O uso de ácido ascórbico aumentou a acidez em melões minimamente processados;
- O uso de solução de cloreto de cálcio na concentração de 1% não afetou a qualidade dos melões ‘Amarelo’.

Referências

ANDRADE, S.R.R. **Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.):** efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto. 2006. 178 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de melão rendilhado:** tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ARTES, F.; CASTANER, M.; GIL, M.I. El pardeamiento enzimático en frutas y hortalizas minimamente procesadas. **Food Science Research International**, London, v. 6, n. 4, p. 377-389, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis.** 18th ed. Gaithersburg, 2005. chap. 37; 42, p. 7, 10-11; 2-3.

AUERSWALD, H.; PETERS, P.; BRÜCKNER B.; KRUMBEIN A.; KUCHENBUCH, R. Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 82, p. 227-242, 1999.

BAI, J. H.; SAFTNER, R. A.; WATADA, A. E.; LEE, Y. S. Modified atmosphere maintains quality of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 8, p. 1207-1211, 2001.

BALDWIN, E.A.; BURNS, J.K.; KAZOKAS, J.K.; BRECHT, J.K.; HAGENMAIER, R.D.; BENDER, R.J.; PESIS, E. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 215-226, 1999.

BICALHO, U. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento de cálcio e de filme de PVC**. 1998. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

BITTER, V.; MUIR, H.M. A modified Uronic acid carbazole reaction. **Analitical Biochemistry**, New York, v. 34, n. 4, p. 330-334, 1962.

BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: NETTO, A.G. **Melão para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: Embrapa, 1994. p. 11-21. (Embrapa n. 6).

BRODY, A.L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y a vacio**. Zagoza: Acribia, 1996. 220 p.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems. Minimally processed fruits and vegetables. In: KADER A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. p. 277-281.

_____. **Fresh-cut products. Maintaining quality and safety**. Davis: University of California, 1996. 536 p.

CARVALHO, A.V. **Avaliação de kiwi cv. Hayward minimamente processado**. 2000. 86 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CARVALHO, H.A.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; MENEZES, J.B. Vida útil pós-colheita de melão 'Yellow King'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 111-118, 1995.

CENCI, S.A. Pesquisa sobre processamento mínimo de hortaliças no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 111-115.

CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Brasília, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

_____. Alterações bioquímicas do tecido vegetal com o processamento mínimo. In: SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 1999, Piracicaba. **Palestra...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1999. 9 p.

_____. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL, 1985. 293 p.

_____. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DAMASCENO, K.S.F. da S.C.; ALVES, M.A.; MENDONÇA, S.C. de; GUERRA, N.B.; STAMFORD, T.L.M. Melão minimamente processado: um controle de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 651-658, 2005.

DURIGAN, J.F. Processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 86-88.

_____. **Processamento de frutos e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2004. 69 p.

FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E.; COSTA, F.V.; PEREIRA, L.S.E.; GOMES JR., J. In: _____. **Melão: pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43 p. (Frutas do Brasil, n. 10).

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa: UFV, 1997. 29p.

FONTES, L.C.B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas:** efeito na fisiologia e na conservação. 2005. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

GAMA, F.S.N.; MANICA, I.; KIST, H.G.K.; ACCORSI, M.R. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá amarelo armazenado em condições de refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 305-310, 1991.

GAYET, J.P. Características das frutas de exportação. In: NETO, A.G. **Melão para a exportação:** procedimento colheita e pós-colheita. Brasília: MAARA/FRUPEX, 1994. p. 11-21.

GOMES, F.P. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

GONÇALVES, F. das C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Vida útil pós-colheita de melão ‘Piel de Sapo’ armazenado em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 49-52, 1996.

HERSHKO, V.; NUSSINOVITCH, A. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium cepa*) skin. **Food Hydrocolloids**, Trondheim, v. 12, n. 2, p. 195-202, 1998.

HOWARD, L.R.; DEWI, T. Sensory, microbiological and chemical quality of minipeeled carrots as affected by edible coating treatment. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 1, p. 142-144, 1995.

JIANG, Y.; LI, Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**, Barking, v. 73, n. 2, p. 139-143, 2001.

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops.** Davis: University of California, 1992. 216 p.

_____. **Postharvest & technology of horticultural crops.** Davis: University of California, 2002. 519 p.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532 p.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible Films and Coatings: A Review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 47-59, 1986.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

LAMIKANRA, O.; WATSON, M.A. Cantaloupe melon peroxidase: Characterization and effects of additives on activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Nahrung, v. 44, n. 3, p. 168-172, 2000.

LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed Cantaloupe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 12, p. 5955-5961, 2000.

LEACH, D.N.; SARAFIS, V.; SPOONER-HART, R.; WYLLIE, S.G. Chemical and biological parameters of some cultivars of *Cucumis melo*. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 247, p. 353-357, 1989.

LESTER, G.E.; DUNLAP, J.P. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 26, p.323-331, 1985.

LIMA, L.C. Processamento mínimo de kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 95-109.

_____. **Qualidade do melão 'Orange Flesh' minimamente processado e submetido a diferentes métodos de conservação**. 2005. 130 p. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Botucatu, 2005.

LOPES, A.M.; PALOU, E.; WELTI, J.; CORTE, P. ARGAIZ, A. Shelf-life high moisture papaya minimally processed by combined methods. **Food Research International**, Essex, n. 6, p. 545-553, 1994.

LURIE, S.; KLEIN, J.D. Calcium and heat treatments to improve storability of 'Anna' apples. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 1, p. 36-39, 1992.

MARTINEZ, M.V.; WHITAKER, J.R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 6, n. 6, p. 195-200, 1995.

MATTHEIS, J.P.; FELLMAN, J.K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 227-232, 1999.

MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. **Plant and Cell Physiology**, Tokio, v. 13, p. 1091-1101, 1972.

McCOLLUM, T.G.; HUBER, D.J.; CANTLIFFE, D.J. Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 3, p. 399-403, 1988.

McCREADY, R.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectin materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento**. 1996. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MENEZES, J.B.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Caracterização pós-colheita do melão amarelo ‘Agroflora 646’. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 150-153, 1995.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994. 49 p.

MIRANDA, R.B. **Avaliação da qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado**. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MUNTADA, V.; GERSCHENSON, L.N.; ALZAMORA, S.M.; CASTRO, M.A. Solute infusion effects on texture of minimally processed kiwifruit. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 4, p. 616-620, 1998.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 2, p. 375-380, 1944.

NUSSINOVITCH, A. Hydrocolloid coating of foods: a review. **Leatherhead Food Industry Journal**, London, v. 1, n. 3, p. 174-188, 1998.

PERONI, K.M.C. **Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. 2002. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PINTO, S.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia ‘Crimson Sweet’**. 2002. 120 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

PORTELA, S.I.; CANTWELL, M.I. Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 351-357, 1998.

PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as an antioxidant. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 1, p. 48-50, 1993.

PURVIS, A.C. The role of adaptive enzymes in carbohydrates oxidation by stressed and senescing plant tissues. **HortScience**, Alexandria, v.32, n. 7, p. 1165-1168, 1997.

REIS, C.M.F. **Manutenção da qualidade de banana ‘Prata’ minimamente processada**. 2002. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SAAVEDRA DEL AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete**: estudos físico-químico, fisiológicos e microbiológicos. 2004, 123 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SANTOS, H.P. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão amarelo minimamente processado**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

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

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados:** associação entre preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento. 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruits ripening.** London: Chapman e Hall, 1993. 453 p.

SILVA, G.C.; MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M. de S. de; FIGUEIREDO, R.W. de; FILGUEIRAS, H.A.C.; SOUZA, A.C.R. de. Efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na qualidade do abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 216-219, 2003.

SOUZA, S.J.F. de. **Comparação de onze variedades de manga produzidas em Visconde do Rio Branco, MG, visando ao consumo natural e elaboração de geléias.** 1984. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas:** métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TEISSON, C. Le brunissement interne de l’anana. I-Historique. II-Matériel et méthodes. **Fruits**, Paris, v. 34, n. 4, p. 245-281, 1979.

THÉ, P.M.P.; CARVALHO, V.D. de.; ABREU, C.M.P. de.; NUNES, R. de P.; PINTO, N.A.V.D. Efeito da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. *Smooth Cayenne* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 25, v. 2, p. 356-363, 2001.

TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; ESPÍN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 81, n. 9, p. 853-876, 2001.

VIEIRA, A.P.; VIEITES, R.L.; EVANGELISTA, R.M. Película de fécula de mandioca no abacaxi minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCTA, 2000. p. 361.

WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N. **Carbohydrate chemistry for food scientists**. San Diego: Academia Press, 1997. 214 p.

WIEN, H.C. The cucurbits: cucumber, melon, squash and pumpkin. In: WIEN, H.C. et al. (Ed.). **The physiology of vegetable crops**. New York: CAB International, 1997. 662 p.

WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.

_____. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. 368 p.

WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4th ed. New York: CAB International, 1998. 262 p.

WISSEMAN, K.W.; LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 31, n. 3, p. 206-211, 1980.

WOISKY, R.G.; SALATINO, A. Analysis of Propolis: Some parameters and Procedure for Chemical Quality Control. **Journal of Apicultural Research**, Cambridge, v. 37, p. 99-105, 1998.

ZHANG, D.L.; QUANTICK, P.C. Effect of chitosan coating on enzymatic browning and decay during post-harvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 2, p. 195-202, 1997.

5 MODIFICAÇÕES SENSORIAIS EM MELÕES ‘AMARELO’ MINIMAMENTE PROCESSADOS SUBMETIDOS A TRATAMENTOS QUÍMICOS

Resumo

Este trabalho teve como objetivo determinar a aceitação de melões ‘Amarelo’ minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, de modo a acompanhar as pequenas alterações perceptíveis sensorialmente, as quais não são detectadas por outros procedimentos analíticos, avaliando também seus impactos sobre a aceitação do produto pelo consumidor. Frutos de melão selecionados, lavados e sanificados foram minimamente processados em forma de cubos, divididos em quatro lotes que constaram de: testemunha, cubos tratados com solução de cloreto de cálcio (1%), cubos tratados com ácido ascórbico (1%) e de cubos revestidos com alginato de sódio (1%); os quais foram acondicionados em bandejas com tampa, de tereftalato de polietileno (PET) e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\pm 5\%$ UR, por um período de 8 dias. No 1º, 3º, 5º e 8º dia após o processamento, os melões foram avaliados sensorialmente utilizando Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), por uma equipe de 8 provadores treinados. O teste de aceitação pelo consumidor foi conduzido em laboratório, com cinquenta provadores não treinados, utilizando as escalas: hedônica e de intenção de compra; além da frequência de consumo. A ADQ mostrou que os tratamentos testados não apresentaram efeito no prolongamento da vida útil dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados. Os descritores que mais traduziram a qualidade do fruto submetido aos tratamentos químicos testados foram: aparência de fresco e brilhante, odor fresco e característico, sabor ácido, salgado, amargo, fresco, característico, adstringente, aguado e estranho. O teste de consumidor indicou que os produtos de melões tratados com cloreto de cálcio e com ácido ascórbico foram os mais aceitos pelos provadores e revelou que não houve diferença quanto à intenção de compra e que o consumo de melão minimamente processado ainda é incipiente.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; Processamento mínimo; Análise sensorial; ADQ; Aceitabilidade

5 SENSORIAL CHANGES OF MINIMALLY PROCESSED MELON SUBMITTED TO CHEMICAL TREATMENTS

Abstract

The present work aims to determine the acceptance of minimally processed melons submitted to chemical treatments, in order to follow the small alterations perceivable sensorially, which are not detected by other analytical procedures. It also aims to evaluate its impacts on the acceptance of the product by the consumer. Fruits of melon were selected, washed and sanitized and minimally processed in cubes, divided in four lots that consisted of: control, cubes treated with calcium chloride solution (1%), cubes treated with ascorbic acid (1%) and cubes covered with sodium alginate (1%); which were placed in trays with cover of polyethylene terephthalate (PET) and stored at $5\pm1^{\circ}\text{C}$ and $73\pm5\%$ RH, during 8 days. On the 1th, 3rd, 5th and 8th days after the processing, the melons were evaluated sensorially using Quantitative Descriptive Analysis (QDA), for eight trained panelists. A consumer test was carried out in laboratory with fifty non-trained panelists through the ratings: hedonic and of buying intention; and consumption frequency. The QDA showed that the treatments were not effective in the prolongation of the shelf-life of minimally processed melons. The best description of the fruit quality submitted to the chemical test treatments were: fresh and bright appearance, freshness and characteristic smell, acid, salt, bitter, fresh, characteristic, astringent, watery and strange tastes. The consumer test indicated that the melons treated with calcium chloride and ascorbic acid were more accepted by the panelists and showed that there was no significant difference about buying intention and that the consumption of minimally processed melon is incipient.

Keywords: *Cucumis melo*; Minimally processed; Sensory analysis; QDA; Acceptance

5.1 Introdução

Frutos minimamente processados são produtos que reúnem os atributos de conveniência e qualidade do produto fresco (TORRES et al., 2002). Esses produtos, também conhecidos como pré-processados oferecem vários benefícios para o consumidor como: reduzem o tempo de preparação do alimento, promovem maior uniformidade e consistência da qualidade, aumentam o acesso a produtos mais seguros, requerem menor espaço de armazenamento e apresentam embalagens plásticas, além de redução nas perdas (CANTWELL, 1995).

As operações envolvendo o preparo de melões minimamente processados podem afetar a qualidade, a vida útil e a aceitação pelos consumidores. Métodos adequados para estender a vida útil e evitar efeitos prejudiciais à qualidade dos produtos minimamente processados seriam benéficos para consumidores e produtores (LUNA-GUSMÁN; CANTWELL; BARRET, 1999). É importante que os tratamentos aplicados aos frutos minimamente processados ajudem a preservar suas características de cor, integridade e ausência ou excesso de gotejamento nas embalagens, que são as primeiras características percebidas pelos consumidores (LUNA-GUZMÁN; BARRET, 2000).

A qualidade do melão é composta pelos atributos que o consumidor consciente ou inconscientemente estima que o produto deva possuir. Dessa forma, são considerados os atributos físicos, sensoriais e a composição centesimal, que devem estar associados para melhor entendimento das transformações que afetam ou não a qualidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Embora atributos de qualidade sejam similares em produtos minimamente processados e convencionalmente processados existe maior ênfase nas características visuais dos primeiros, estes devem ter consistência, aparência de frescos, cor aceitável e ser razoavelmente livre de defeitos. A avaliação visual por compradores é o maior fator de decisão de compra (BONONE; CARVALHO; MALUF, 1999).

A qualidade sensorial do melão minimamente processado foi investigada por O'Connor-Shaw et al. (1994), Durigan e Sargent (1999) e por Arruda (2002). A análise descritiva quantitativa (ADQ) foi empregada por Pizarro (2003) e Damasceno et al. (2005) sendo que seus atributos de qualidade foram correlacionados com análise química ou instrumental.

Segundo Stone e Sidel (1998) as vantagens da ADQ sobre os outros métodos de avaliação são a confiança no julgamento de uma equipe composta de 10-12 provadores treinados, ao invés de grupos especializados; o desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva, mais próxima à linguagem do consumidor; o desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizada, o que implica em maior concordância de julgamentos entre provadores; o uso de repetições e análise estatística dos resultados (ABNT, 1998).

O presente trabalho teve como objetivo determinar a aceitação de melões ‘Amarelo’ minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, de modo a acompanhar as pequenas alterações perceptíveis sensorialmente, as quais não são detectadas por outros procedimentos analíticos, avaliando também seus impactos sobre a aceitação do produto pelo consumidor.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Origem e manuseio dos frutos

Foram utilizados 40 melões ‘Amarelo’, obtidos junto a produtores da região de Mossoró, RN. Os frutos foram colhidos de acordo com o padrão de maturação utilizado pelos produtores, acondicionados em caixa de papelão e transportados para a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), em caminhão com carroceria coberta com lona. Da CEAGESP, os frutos foram encaminhados à Planta de Processamento de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP, onde foram selecionados quanto ao grau de maturação e ausência de danos mecânicos ou podridões.

Posteriormente, os melões foram lavados com detergente neutro a base de alquil benzeno sulfonato de sódio linear para remover as sujidades, sendo em seguida imersos em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 200ppm por 15 minutos, escorridos e mantidos sob refrigeração, a 10°C, por 12 horas, até o processamento.

5.2.2 Processamento mínimo

Decorrido o tempo de armazenamento, os melões foram cortados ao meio e as sementes removidas, e em seguida cada metade foi cortada em 4 fatias e a casca eliminada. As fatias foram divididas em pedaços menores com aproximadamente 3cm de aresta e estes foram imersos em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 100ppm por 3 segundos, com o objetivo de reduzir os riscos de contaminação (ARRUDA, 2002). Os pedaços de melões foram drenados por aproximadamente 3 minutos em escurador doméstico, devidamente higienizado, e divididos em quatro lotes:

L1 – Testemunha (melões cortados em cubos);

L2 – Melões cortados em cubos, imersos em solução de cloreto de cálcio a 1% por 3 minutos e drenados por 3 minutos;

L3 – Melões cortados em cubos, imersos em solução de ácido ascórbico a 1% por 3 minutos e drenados por 3 minutos;

L4 – Melões cortados em cubos, revestidos com película a base de alginato de sódio. Este tratamento constou primeiramente na imersão dos cubos em solução de cloreto de cálcio a 0,6%, por um minuto, para promover a gelificação do alginato de sódio a 1%, o qual foi aplicado em sequência, por imersão, durante 2 minutos. A solubilização do alginato de sódio em água mineral foi conseguida pelo aquecimento da suspensão até 70°C e posterior resfriamento até 15°C. Os produtos de melões assim tratados foram deixados por 10 minutos em ambiente refrigerado a 15°C para a secagem da película.

O produto foi acondicionado em bandeja Galvanni® G-92 700mL, de tereftalato de polietileno (PET) munida de tampa, contendo aproximadamente 250g de melão em cubos, que foram armazenados a $5\pm1^{\circ}\text{C}$ e $73\pm5\%$ UR, por um período de 10 dias.

Obedecendo as boas práticas de fabricação, o processamento foi feito em ambiente a 15°C, com piso, bancadas, equipamentos e utensílios, previamente lavados e higienizados com água clorada (200mg.L⁻¹). Os operadores estavam protegidos com luvas, máscaras, toucas e aventais descartáveis, como parte das condições mínimas de assepsia.

5.2.3 Análise sensorial

Inicialmente o projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, na Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP/FOP) e foi aprovado por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Anexo C).

A análise foi desenvolvida no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP. O teste sensorial utilizado foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) com provadores selecionados e treinados segundo Stone (1992).

Na aplicação da ADQ, o primeiro passo foi realizar o recrutamento, que consistiu no primeiro contato com os provadores através de uma ficha, a qual permitiu obter informações de interesse, como disponibilidade de tempo e afinidade pelo produto (Figura 1). A ficha foi preenchida por 15 pessoas, constituindo-se de professores, técnicos e alunos do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP.

FICHA DE RECRUTAMENTO

Estamos convidando você a participar do treinamento para Análise Sensorial de Melão Minimamente Processado pelo método de “Análise Descritiva Quantitativa”, a qual deve identificar e quantificar seus diferentes atributos sensoriais. Para este treinamento serão necessárias 2 sessões por semana de aproximadamente 15 minutos cada, durante um período de 2 meses, contamos com a sua colaboração para a formação desta equipe de provadores.

Identificação

Nome: _____

Idade: () 15 - 25 anos

E-mail: _____

() 25 - 35 anos

Telefone para contato: _____

() 35 - 45 anos

() 45 - 55 anos

Horários disponíveis:

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
8:00 - 10:00h					
10:00 - 11:30h					
14:00 - 16:00h					
16:00 - 17:30h					

Hábitos

Fumante: () Sim () Não

Toma frequentemente cafezinho: () Sim () Não

Hábitos Alimentares

Você consome melão? () Sim () Não

Com que frequência? _____

Exercícios de escalas

Marque com um traço vertical para indicar a proporção da área pintada de cada desenho.

Nenhuma

Toda

Nenhuma

Toda

Figura 1 – Modelo da ficha de recrutamento de provadores

Após o recrutamento, os 15 provadores participaram do teste de reconhecimento dos gostos básicos, visando avaliar a capacidade dos mesmos em reconhecer os gostos primários, doce, salgado, amargo e ácido. Para tanto, foram utilizadas soluções quimicamente puras dos gostos básicos: doce (sacarose a 2%), ácido (ácido cítrico a 0,07%), salgado (cloreto de sódio a 0,2%) e amargo (cafeína a 0,07%). Foram oferecidos 25mL de cada solução aos provadores, em copos plásticos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos.

O teste foi realizado em cabines individuais, munidas de luz vermelha, sendo que cada uma continha as amostras, a ficha de avaliação (Figura 2), e copo com água para lavagem da boca entre uma amostra e outra. É importante mencionar que apenas os provadores que acertaram todos os gostos básicos continuaram a participar do treinamento.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DOS GOSTOS BÁSICOS	
Nome: _____	Data: _____
<p>Instruções: Por favor, prove as amostras, identificando os gostos básicos (ácido, amargo, doce e salgado). Enxagüe a boca após a avaliação de cada amostra.</p>	
AMOSTRA (Nº)	GOSTO
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Figura 2 – Modelo da ficha de reconhecimento dos gostos básicos

Os 13 provadores aprovados no teste de reconhecimento dos gostos básicos participaram da etapa seguinte, ou seja, do teste de sensibilidade para gosto, em que foi utilizado o teste triangular com o uso dos tratamentos testados neste trabalho (testemunha, ácido ascórbico, cloreto de cálcio e alginato de sódio). O teste triangular (Figura 3) foi conduzido cinco vezes nas mesmas condições descritas no teste de reconhecimento dos gostos básicos.

FICHA DO TESTE TRIANGULAR		
Nome: _____ Data: _____		
<p>Você está recebendo três amostras codificadas. Duas são iguais e uma é diferente. Por favor, prove da esquerda para a direita com intervalo de 20 segundos entre as amostras e indique a amostra diferente, fazendo um círculo ao redor do número. Lave a boca após provar cada amostra.</p>		
1) _____	_____	_____
2) _____	_____	_____
3) _____	_____	_____
4) _____	_____	_____
5) _____	_____	_____

Figura 3 – Modelo da ficha do Teste triangular

Foram selecionados apenas os provadores que acertaram mais de 80% em todos os testes realizados. Dos 13 provadores que participaram do teste apenas 8 participaram da etapa seguinte, a qual constou no desenvolvimento de terminologia e treinamento. Inicialmente, os provadores avaliaram sensorialmente todos os tratamentos, em cabines individuais e verbalizaram as sensações percebidas em relação à aparência, odor, sabor e textura na ficha de levantamento de atributos (Figura 4).

Após a etapa de descrição das similaridades e diferenças entre as amostras, uma discussão em grupo foi conduzida sob a supervisão de um líder, com o objetivo de agrupar os termos semelhantes que melhor descrevessem as amostras de melões ‘Amarelo’ minimamente processados (Figura 5).

FICHA DE LEVANTAMENTO DE ATRIBUTOS				
Nome: _____		Data: _____		
<p>Por favor, avalie cada uma das amostras quanto à aparência, odor, sabor e textura e desenvolva termos que melhor descrevam as amostras com relação a cada um desses atributos sensoriais.</p>				
APARÊNCIA:				
ODOR:				
SABOR:				
TEXTURA:				

Figura 4 – Modelo da ficha de levantamento de atributos

Foram realizadas sessões semanais durante um mês. As reuniões foram conduzidas por um líder, em mesa retangular, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (Anexo D). Durante as sessões, amostras referência de melão minimamente processado foram apresentadas à equipe para dar noções qualitativa e quantitativa dos descritores avaliados. As amostras foram servidas em pratos de porcelana, a temperatura ambiente, e acompanhadas de água mineral, garfo, guardanapo de papel e ficha dos termos descritivos em construção. Sob coordenação do líder, os provadores comparavam as amostras com os descritores e descreviam sua opinião. Durante as sessões foram definidos os descritores, seus significados e a seqüência na ficha, conforme pode ser visto na Figura 6.

Após definição da terminologia descritiva pelos provadores foi elaborada a ficha de avaliação a ser utilizada na aplicação da análise descritiva quantitativa do melão minimamente processado, onde foi empregada uma escala estruturada de 0 a 10, com a descrição nos pontos extremos, mínimo e máximo (Figura 7).

Os provadores foram treinados utilizando-se os parâmetros definidos nas reuniões, em cabines individuais com luz branca e com amostras codificadas com algarismos de três dígitos.

AGRUPAMENTO DOS TERMOS

APARÊNCIA

- **Amarelo:** amarelada (8), verde (8), branco (3), cor clara (1);
- **Maduro:** maduro (4), passado (1);
- **Fresco:** aparência de fruto fresco (4), natural (1);
- **Brilhante:** brilhante (7), superfície viscosa (1), pegajosa (1).

ODOR

- **Adocicado:** doce (5); adocicado (4), suave (1);
- **Fresco:** de fresco (4), pouco fresco (1), estranho (1);
- **Característico:** característico de melão (4), de melão (2), não característico (2), natural (1);
- **Maduro:** de fruto verde (7), de maduro (4).

SABOR

- **Adstringente:** adstringente (2), de banana verde (1);
- **Gosto ácido:** ácido (1);
- **Aguado:** aguado (3), sem sabor (3), succulento (2);
- **Fresco:** de fresco (2), estranho (2);
- **Gosto amargo:** residual de amargo (4);
- **Gosto salgado:** salgado (2);
- **Gosto doce:** doce (8), levemente adocicado (1);
- **Maduro:** de fruto verde (5), de maduro (1);
- **Estranho:** estranho (2), característico (1).

TEXTURA

- **Suculenta:** succulenta (2), murcha (1);
- **Firme:** macia (8), firme (5), consistente (1), dura (1), mole (1).

Figura 5 – Agrupamento dos atributos semelhantes

APARÊNCIA	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
Amarelo	Cor característica do fruto maduro.	Pouco: melão imaturo (7,8°Brix). Muito: melão passado (12,8°Brix).
Maduro	Fruto no ponto ótimo de colheita.	Pouco: melão imaturo (7,8°Brix). Ideal: melão maduro (9,2°Brix). Muito: melão passado (12,8°Brix).
Fresco	Aparência do fruto recém-cortado.	Pouco: melão cortado, armazenado por 5 dias. Muito: melão recém-cortado.
Brilhante	Característica do melão refletir ou absorver a luz.	Pouco: melão recém-cortado. Muito: melão com película comestível (2%).
ODOR		
Adocicado	Odor associado aos açúcares presentes no melão.	Pouco: melão imaturo recém-cortado. Muito: melão passado imerso em solução de sacarose (30%).
Fresco	Odor do fruto recém-cortado.	Pouco: melão cortado, armazenado por 5 dias. Muito: melão recém-cortado.
Característico	Odor característico do fruto recém-cortado.	Pouco: melão imaturo. Muito: melão maduro recém-cortado.
Maduro	Odor do fruto no ponto ótimo de colheita.	Pouco: melão imaturo (7,8°Brix). Ideal: melão maduro (9,2°Brix). Muito: melão passado (12,8°Brix) imerso em solução de sacarose (30%).
SABOR		
Adstringente	Propriedade de um alimento “amarrar” na boca.	Pouco: banana “de vez”. Muito: banana verde.
Gosto ácido	Sensação associada à presença de ácidos no melão.	Pouco: melão maduro (9,2°Brix, pH = 5,88, acidez = 0,090 g ác. cítrico.g ⁻¹). Muito: melão imaturo imerso em solução de ácido cítrico a 1% por 3 minutos
Aguado	Sensação devida ao baixo teor de açúcares no fruto.	Pouco: melão maduro (9,2°Brix). Muito: melão maduro (9,2°Brix) deixado de molho por 30 minutos.
Fresco	Sabor do fruto recém-cortado.	Pouco: melão cortado, armazenado por 5 dias. Muito: melão recém-cortado.
Gosto amargo	Caracterizado pelos tratamentos.	Pouco: melão recém-cortado. Muito: melão imaturo imerso em solução de cafeína (1%) por 3 minutos.

Figura 6 – Ficha de definição dos atributos elaborada com base nas indicações dos provedores
(continua)

Gosto salgado	Caracterizado pelo tratamento com cloreto de cálcio.	Pouco: melão recém-cortado. Muito: melão imaturo imerso em solução de cloreto de sódio (2%) por 3 minutos.
Gosto doce	Sabor doce da fruta no ponto ótimo de maturação.	Pouco: melão imaturo (7,8°Brix). Muito: melão passado (12,8°Brix) + banho em sacarose (30%) por 3 minutos.
Característico	Sabor do fruto recém-cortado.	Pouco: melão imaturo. Muito: melão recém-cortado.
Maduro	Sabor agradável do fruto no ponto ótimo de colheita.	Pouco: melão imaturo (7,8°Brix). Ideal: melão maduro (9,2°Brix). Muito: melão passado (12,8°Brix).
Estranho	Sabores não definidos (de outra fruta, de plástico)	Pouco: melão recém-cortado. Muito: melão cortado, armazenado por 5 dias.
TEXTURA		
Suculenta	Teor de suco presente no melão.	Pouco: melão imaturo cortado, com película e armazenado por 5 dias. Muito: melão maduro recém-cortado.
Firme	Força requerida para compressão do melão entre os dentes molares.	Mole: mamão ‘Papaya’ (12,8°Brix). Ideal: melão no ponto ótimo de maturação (9,2°Brix). Duro: melão imaturo (7,8°Brix).

Figura 6 – Ficha de definição dos atributos elaborada com base nas indicações dos provadores (conclusão)

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo amostras de melão ‘Amarelo’ minimamente processado. Por favor, avalie as amostras em relação à aparência, odor, sabor e textura assinalando a escala apresentada.

APARÊNCIA

1. Amarelo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco									Muito	

2. Maduro

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Ideal				Muito	

Figura 7 – Ficha de análise descritiva quantitativa dos melões minimamente processados (continua)

3. Fresco

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

4. Brilhante

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco				Ideal			Muito			

ODOR

5. Adocicado

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

6. Fresco

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

7. Característico

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

8. Maduro

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco				Ideal			Muito			

SABOR

9. Adstringente

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

10. Gosto ácido

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

11. Aguado

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

12. Fresco

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

Figura 7 – Ficha de análise descritiva quantitativa dos melões minimamente processados
(continuação)

13. Gosto amargo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

14. Gosto salgado

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

15. Gosto doce

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

16. Característico de melão

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

17. Maduro

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco			Ideal				Muito			

18. Estranho

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

TEXTURA

19. Suculenta

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pouco					Muito					

20. Firme

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mole			Ideal				Duro			

COMENTÁRIOS: _____

Figura 7 – Ficha de análise descritiva quantitativa dos melões minimamente processados (conclusão)

5.2.4 Teste de consumidor em laboratório

As amostras de melão minimamente processado, submetidas aos tratamentos testados foram avaliadas, na ocasião do processamento, pelo teste de aceitação global em laboratório. O

teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ/USP e contou com a participação de cinquenta voluntários não treinados, compostos por estudantes, funcionários e professores do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP.

Os provadores avaliaram as amostras em cabines individualizadas. Cada provador recebeu 4 amostras devidamente codificadas, cada uma contendo aproximadamente 30g de melão minimamente processado, a ficha de avaliação e água mineral para lavagem da boca entre as avaliações. Cada amostra foi composta por produtos de melões apenas sanificados (testemunha), melões tratados com cloreto de cálcio (1%), melões tratados com ácido ascórbico (1%) e melões revestidos com película de alginato de sódio (1%).

Os provadores avaliaram primeiramente a aparência, o odor, o sabor, a textura e a impressão geral do produto, em cabines dotadas de lâmpada fluorescente. Posteriormente, foram instruídos a se dirigir a uma outra cabine para a avaliação da intenção de compra dos melões minimamente processados, através de 4 amostras codificadas contendo aproximadamente 250g de melão em cubos.

Na ficha de avaliação foram utilizadas dois tipos de escalas: Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo), Escala de intenção de compra de 5 pontos (1 = certamente compraria; 2 = provavelmente compraria; 3 = talvez compraria/talvez não compraria; 4 = provavelmente não compraria; 5 = certamente não compraria), segundo Ferreira et al. (2000). Foi solicitado que cada provador indicasse o quanto gostou/desgostou de cada amostra para os atributos aparência, odor, sabor, textura e impressão geral; e que indicasse se tem o hábito de consumir este tipo de produto (Figura 8).

Nome: _____ Data: _____

Muito obrigado por participar de nossa pesquisa com melão minimamente processado. Avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

9 - gostei muitíssimo
 8 - gostei muito
 7 - gostei moderadamente
 6 - gostei ligeiramente
 5 - nem gostei/nem desgostei
 4 - desgostei ligeiramente
 3 - desgostei moderadamente
 2 - desgostei muito
 1 - desgostei muitíssimo

Amostras: _____

Aparência: _____

Odor: _____

Sabor: _____

Textura: _____

Impressão geral: _____

Você costuma consumir melão minimamente processado?

() Sim, diariamente
 () Sim, de vez em quando (com que frequência? _____)
 () Sim, raramente (Por quê? _____)
 () Nunca (Por quê? _____)

Você compraria este produto?

() Certamente compraria
 () Provavelmente compraria
 () Talvez compraria/Talvez não compraria
 () Provavelmente não compraria
 () Certamente não compraria

Figura 8 – Ficha utilizada para avaliar a aceitabilidade dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados submetidos a tratamentos químicos

5.2.5 Análise dos resultados

O delineamento experimental utilizado nas avaliações sensoriais com provadores treinados, foi o inteiramente casualizado com esquema fatorial 4x4 (4 tratamentos e 4 épocas de amostragem) e 2 repetições por tratamento.

Os resultados obtidos da ADQ foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%, de acordo com o proposto por Gomes (2002). Além disso, estes foram submetidos à análise de variância multivariada (MANOVA) para testar a real dependência ou não entre as características estudadas, com o auxílio do sistema estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 1989). A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para selecionar, entre os descritores sensoriais, aqueles que melhor respondem pela variância das amostras, de modo a reduzir o número deles. Para tanto se utilizou o programa estatístico PC-ORD (PC-ORD for Windows XP, 2004).

No teste de aceitabilidade em laboratório, o delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com 4 tratamentos e 50 repetições (provadores não treinados).

Os resultados de frequência de consumo e intenção de compra foram avaliados pela porcentagem em relação ao número total de pessoas consultadas.

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Avaliação sensorial

Após o treinamento, os provadores realizaram as análises sensoriais dos melões minimamente processados atribuindo notas aos atributos relacionados à aparência (amarelo, maduro, fresco, brilhante); ao odor (adocicado, fresco, característico, maduro); ao sabor (adstringente, gosto ácido, aguado, fresco, gosto amargo, gosto salgado, gosto doce, característico, maduro, estranho) e à textura (suculenta, firme).

Os valores da probabilidade de F para as amostras oferecidas aos provadores foram significativos para todos os parâmetros, exceto para aparência de maduro e sabor fresco, indicando que houve diferença sensorial em pelo menos uma amostra (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores da probabilidade de F para amostra, provador e interação entre amostra e provador

Atributo	Amostra	Provador	Amostra x Provador
Ap. Amarelo	14,3333 *	1,9000 ns	2,8333 ns
Ap. Maduro	3,0000 ns	0,3333 ns	0,5666 ns
Ap. Fresco	23,2000 *	1,6000 ns	0,8000 ns
Ap. Brilhante	99,0000 *	0,0000 ns	0,0000 ns
Od. Adocicado	35,0000 *	0,0909 ns	0,0909 ns
Od. Fresco	16,1111 *	0,3333 ns	0,3333 ns
Od. Característico	4,5556 *	5,3333 *	1,7778 ns
Od. Maduro	4,0000 *	0,3000 ns	0,7000 ns
Sab. Adstringente	4,2667 *	1,7778 ns	0,7111 ns
Sab. Gosto ácido	7,3636 *	0,2727 ns	0,2727 ns
Sab. Aguado	100,6970 *	0,0909 ns	0,0909 ns
Sab. Fresco	2,1852 ns	0,7778 ns	0,1852 ns
Sab. Gosto amargo	8,1429 *	0,4286 ns	0,4286 ns
Sab. Gosto salgado	12,6667 *	2,1667 ns	0,1667 ns
Sab. Gosto doce	22,8462 *	1,3077 ns	2,0598 ns
Sab. Característico	6,3333 *	3,5000 ns	1,3333 ns
Sab. Maduro	13,1481 *	2,1111 ns	0,9259 ns
Sab. Estranho	25,8889 *	3,1111 ns	1,7778 ns
Text. Suculenta	19,5238 *	2,5714 ns	1,7460 ns
Text. Firme	11,5714 *	0,5238 ns	1,4127 ns

* = Significativo a nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

Ap. = Aparência; Od. = Odor; Sab. = Sabor; Text. = Textura.

Os valores da probabilidade de F para provador não foi significativo para todos os parâmetros, exceto para odor característico, indicando que os provadores usaram as mesmas porções da escala na avaliação de cada uma das amostras (Tabela 1).

A interação entre amostra e provador não foi significativa para todos os atributos sensoriais, demonstrando consenso entre provador e amostra. No caso do atributo odor característico,

embora os provadores tenham utilizado porções diferentes da escala, houve consenso entre todos os componentes da equipe (Tabela 1).

5.3.1.1 Aparência

a) Amarelo

Os melões minimamente processados apresentaram variação significativa da cor amarela entre os tratamentos e ao longo do período de armazenamento (Tabela 2).

Os produtos imersos em solução de cloreto de cálcio e de ácido ascórbico apresentaram notas de cor semelhantes à testemunha, indicando que estes tratamentos não levaram a alterações consideráveis neste parâmetro, cujos pedaços se caracterizaram pela cor amarela característica de melões maduros (5,58). Os cubos revestidos com película a base de alginato de sódio mostraram-se muito amarelos, caracterizando visualmente frutos passados. Esta diferença na coloração pode ser atribuída à cor da solução de alginato, que é levemente marrom, a qual pode ter colaborado para que os provadores atribuíssem as maiores notas a estas amostras.

Com o avanço do período de armazenamento, verificou-se que os melões minimamente processados apresentaram leve aumento na intensidade da coloração amarela, porém este incremento não foi suficiente para caracterizar os frutos como passados. Logo, pode-se dizer que os melões no 8º dia não apresentavam coloração muito diferente da indicada pelos provadores no 1º dia de armazenamento, o que é indicativo que não houve mudanças neste atributo.

Tabela 2 – Médias das notas dos provadores para cor amarela em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	Nota
Tratamentos	
Testemunha	5,42 b
CaCl ₂	5,83 b
AA	5,50 b
AS	7,00 a
Armazenamento (dia)	
1	5,42 b
3	5,58 ab
5	6,17 ab
8	6,58 a

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,01; d.m.s. (dia) = 1,01; C.V.(%) = 15,37.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

b) Maduro

O parâmetro aparência de maduro não apresentou variação significativa entre os tratamentos, indicando que estes não influenciaram na impressão visual do grau de maturação pelos provadores, cujos frutos se caracterizaram como maduros (Tabela 3).

Em relação ao período de armazenamento, observou-se que houve aumento nos valores médios das notas, porém estas permaneceram próximas ao meio da escala, caracterizando frutos maduros. Isto é um indicativo de que o tempo (dia) não implicou em grandes alterações no grau de maturação. Estes resultados confirmam o observado na avaliação da coloração dos frutos, que se enquadraram em maduros.

Tabela 3 – Médias das notas dos provadores para aparência de maduro em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Variável	Nota
Tratamentos	
Testemunha	5,00 a
CaCl ₂	4,81 a
AA	4,75 a
AS	5,13 a
Armazenamento (dia)	
1	4,31 b
3	5,06 a
5	5,00 ab
8	5,31 a

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,74; d.m.s. (dia) = 0,74; C.V.(%) = 16,00.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

c) Fresco

O período de armazenamento e os tratamentos testados influenciaram significativamente a aparência de fresco dos melões minimamente processados (Tabela 4).

Com o avanço dos dias, observou-se em todos os tratamentos diminuição nos valores das notas recebidas pelos produtos, indicando que houve perda da qualidade visual, ou seja, de frescor.

Os melões tratados com cloreto de cálcio e ácido ascórbico foram caracterizados no primeiro dia de avaliação como produtos próximos a “pouco frescos” (nota = 4,5). Esta percepção foi mantida durante todo o período de avaliação sensorial, sendo que no 5º dia de análise, os provadores descreveram os cubos tratados com cloreto de cálcio como “sem frescor”, devido ao seu aspecto ressecado. Estes resultados podem ser atribuídos à aplicação da solução salina que promoveu o ressecamento superficial dos melões minimamente processados e são

importantes sinalizadores, já que a aparência fresca é um fator determinante do valor de comercialização do produto (CHITARRA; ALVES, 2001).

Tabela 4 – Médias das notas dos provadores para aparência fresca em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	8,00 aA	8,00 aA	3,00 bB	1,00 bC
CaCl ₂	4,50 bAB	5,00 bA	4,00 bAB	3,00 aB
AA	4,50 bA	4,00 bA	1,00 cB	1,00 bB
AS	8,50 aA	5,00 bBC	6,00 aB	4,00 aC

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,96; d.m.s. (dia) = 1,96; C.V.(%) = 15,54.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os melões revestidos com película de alginato de sódio, apesar de terem sido caracterizados no primeiro dia de avaliação como frutos frescos, chegaram ao último dia de armazenamento com índice de frescor semelhante aos melões tratados com ácido ascórbico e significativamente superior aos da testemunha e aos frutos tratados com cloreto de cálcio, indicando que a película não foi eficiente em manter a aparência de fruto recém-cortado.

A testemunha manteve a aparência fresca até o 3º dia de avaliação (nota = 8,0) e a partir deste período apresentou diminuição nos valores das notas, mostrando-se no final do armazenamento como produto sem frescor (nota = 1,0), com aspecto semelhante ao observado nos melões tratados com cloreto de cálcio.

Desta forma, verificou-se que nenhum tratamento colaborou para a preservação da aparência fresca dos melões processados durante todo o período de armazenamento.

d) Brilhante

O tratamento com alginato de sódio foi o único a apresentar melões minimamente processados com brilho considerável, fato que já era esperado dada a aplicação da película. Os

providores não detectaram perda de brilho neste tratamento. Nos demais tratamentos, os melões foram caracterizados como próximos de pouco brilhantes (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias das notas dos provadores para aparência brilhante em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	4,00 bA	3,33 bB	3,00 bB	1,00 cC
CaCl ₂	2,00 cA	2,33 cA	2,00 cA	1,00 cB
AA	2,00 cA	2,33 cA	2,00 cA	2,00 bA
AS	9,00 aA	9,00 aA	9,00 aA	9,00 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,55; d.m.s. (dia) = 0,55; C.V.(%) = 6,35.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

5.3.1.2 Odor

a) Adocicado

O odor dos melões minimamente processados se mostrou diferenciado entre os tratamentos em todos os dias de armazenamento, exceto no último dia, onde não mais se detectou diferença pelos provadores. A testemunha destacou-se até o 3º dia como o tratamento com odor mais adocicado, enquanto que os melões revestidos com película de alginato de sódio foram caracterizados no primeiro dia como frutos com odor pouco adocicado, resultado que pode ser atribuído à aplicação do filme que pode ter interferido na percepção do odor, sendo que esta influência foi diminuindo ao longo do tempo (Tabela 6).

Os frutos tratados com cloreto de cálcio mostraram-se levemente adocicados no primeiro dia de avaliação, com redução do odor a um nível mais acentuado que nos demais tratamentos, entre o 1º e 3º dias, seguido de manutenção nos valores das notas deste atributo. Em contrapartida, os melões tratados com ácido ascórbico sempre apresentaram odor semelhante a

pouco adocicado, mostrando que a aplicação do ácido influenciou na percepção do odor dos açúcares presentes no fruto.

Analisando-se o período de armazenamento observou-se que, houve redução nos valores das notas em todos os tratamentos, exceto nos frutos submetidos a tratamento com ácido ascórbico e película de alginato de sódio. Este resultado já era esperado, uma vez que alguns compostos naturais podem se dissipar, resultando em produtos processados com odor pobre quando comparado com frutas e hortaliças frescas (CHITARRA, 2000).

Tabela 6 – Médias das notas dos provadores para odor adocicado em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	7,33 aA	8,00 aA	4,67 aB	4,00 aB
CaCl ₂	6,00 abA	2,00 cB	2,00 bB	2,67 aB
AA	3,00 bA	4,33 bA	3,67 aA	3,00 aA
AS	5,33 cA	5,00 bA	4,67 aA	4,00 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,50; d.m.s. (dia) = 1,50; C.V.(%) = 15,55.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

b) Fresco

A testemunha e os frutos tratados com CaCl₂ tenderam a mostrar perda significativa do odor fresco a partir do 3º dia de armazenamento, seguido de comportamento invariável, indicando a ocorrência do envelhecimento natural dos produtos, o qual foi evidenciado pelo odor de frutos velhos (Tabela 7). Nos produtos tratados com ácido ascórbico e alginato de sódio, perda significativa do odor fresco só foi observada no último dia de avaliação.

O tratamento com película a base de alginato de sódio e a testemunha apresentaram as maiores notas nos três primeiros dias de armazenamento, indicando que os produtos mostravam odor de fruto recém-cortado, cuja característica foi perdida ao longo do período de armazenamento.

Os melões tratados com cloreto de cálcio e ácido ascórbico apresentaram as menores notas nos primeiros dias, mostrando que estes tratamentos influenciaram negativamente no odor de fruto fresco.

Tabela 7 – Médias das notas dos provadores para odor fresco em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	7,33 aA	8,00 aA	3,00 aB	2,67 aB
CaCl ₂	5,67 bA	5,33 cA	3,33 aB	2,00 aB
AA	6,67 abA	6,00 bA	3,00 bA	2,00 aB
AS	8,00 aA	7,33 abA	4,00 bA	2,67 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,43; d.m.s. (dia) = 1,43; C.V.(%) = 13,41.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

c) Característico

No 1º dia de armazenamento não houve diferença significativa no odor característico dos melões minimamente processados submetidos aos tratamentos testados (Tabela 8). No 3º dia, os produtos tratados com ácido ascórbico e cloreto de cálcio diferiram dos demais por apresentarem odor menos próximo do característico de melões recém-cortados. As menores notas atribuídas a estes tratamentos podem ser devidas à aplicação do ácido e do sal, os quais podem ter induzido os provadores a compará-los com o odor natural de melão.

A testemunha e o tratamento com película de alginato apresentaram, no terceiro dia de armazenamento, odor semelhante e característico de frutos recém-cortados, porém a partir do 5º dia os provadores detectaram perda do odor de melão na testemunha, chegando ao último dia com odor próximo ao de frutos “verdes”.

Tabela 8 – Médias das notas dos provadores para odor característico em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	8,00 aA	8,00 aA	3,00 bB	2,33 bB
CaCl ₂	7,00 aA	5,00 cB	5,33 aAB	3,00 abC
AA	7,00 aA	5,33 bcAB	4,00 abB	3,67 abB
AS	8,00 aA	7,00 abAB	5,67 aBC	4,33 aC

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,84; d.m.s. (dia) = 1,84; C.V.(%) = 15,31.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

d) Maduro

Em todos os tratamentos ocorreu aumento significativo para o atributo sensorial odor maduro, exceto para os tratados com ácido ascórbico e alginato de sódio, que chegaram ao último dia de armazenamento com odor semelhante ao detectado pelos provadores no primeiro dia de avaliação, ou seja, com odor próximo ao de um fruto maduro (Tabela 9).

Tabela 9 – Médias das notas dos provadores para odor maduro em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	3,00 aC	4,00 abBC	5,67 aB	7,67 aA
CaCl ₂	3,00 aB	3,00 bB	5,33 abA	6,67 abA
AA	3,33 aA	4,67 abA	3,67 bA	4,67 cA
AS	4,00 aA	5,00 aA	5,00 abA	5,67 bcA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,75; d.m.s. (dia) = 1,75; C.V.(%) = 17,25.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os melões testemunha e os tratados com cloreto de cálcio se caracterizaram no 8º dia pelo odor próximo ao de frutos passados, indicando que nestes tratamentos as alterações no odor maduro ocorreram mais rapidamente que nos frutos tratados com ácido ascórbico e nos revestidos com película.

5.3.1.3 Sabor

a) Adstringente

O tratamento com ácido ascórbico apresentou melões minimamente processados com maiores notas para sabor adstringente, no 1º dia de avaliação, comparativamente aos demais tratamentos que não diferiram entre si (Tabela 10). A leve adstringência provavelmente foi advinda da aplicação de ácido ascórbico nos frutos. Esta percepção de sabor adstringente, entretanto, manteve-se invariável a partir do 3º dia de armazenamento, caracterizando os produtos como pouco adstringentes.

Tabela 10 – Médias das notas dos provadores para sabor adstringente em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
CaCl ₂	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
AA	1,67 aA	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aB
AS	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,32; d.m.s. (dia) = 0,32; C.V.(%) = 13,86.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

b) Gosto ácido

O atributo gosto ácido apresentou diferença significativa entre os tratamentos apenas no 1º dia de armazenamento, com os melões tratados com ácido ascórbico apresentando as maiores notas (Tabela 11).

Analisando-se o efeito do período de armazenamento, observou-se que no 1º dia os provadores detectaram frutos mais ácidos apenas naqueles tratados com ácido ascórbico, entretanto, a sensação de acidez diminuiu no 3º dia e manteve-se inalterada com o avanço do tempo de conservação, caracterizando os produtos como pouco ácidos.

Tabela 11 – Médias das notas dos provadores para gosto ácido em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
CaCl ₂	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
AA	2,00 aA	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aB
AS	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,55; d.m.s. (dia) = 0,55; C.V.(%) = 23,53.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

c) Aguado

Os tratamentos testemunha, cloreto de cálcio e ácido ascórbico caracterizaram melões minimamente processados com notas para sabor aguado semelhante a de frutos maduros e menores que as atribuídas ao tratamento com alginato de sódio (Tabela 12). No 8º dia de armazenamento, a sensação de sabor aguado na testemunha igualou-se ao dos melões revestidos com película, indicando que houve perda de sabor, uma vez que esta característica está associada ao baixo teor de açúcares no fruto.

Em todos os tratamentos ocorreu aumento significativo do sabor aguado no 3º dia de armazenamento, cujos valores se mantiveram até o último dia, exceto para os melões revestidos com alginato de sódio que apresentaram, no 5º dia, considerável diminuição da sensação de sabor aguado, o que possivelmente pode ser atribuído à presença da película de revestimento.

Tabela 12 – Médias das notas dos provadores para sabor aguado em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	2,00 bC	5,00 bAB	3,75 bB	5,50 aA
CaCl ₂	1,50 bB	2,75 cAB	1,75 cB	3,25 bA
AA	1,00 bB	3,00 cA	3,75 bA	2,75 bA
AS	6,00 aB	7,75 aA	5,25 aB	5,75 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,30; d.m.s. (dia) = 1,30; C.V.(%) = 18,13.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

d) Fresco

Todos os tratamentos tenderam a mostrar perda significativa de frescor, com intensidade semelhante ao longo do período de armazenamento, não havendo diferença significativa entre os mesmos (Tabela 13). Este comportamento indica que a evidência do sabor de “fruta pouco fresca” nas amostras foi percebida pelos provadores na mesma intensidade.

Os tratamentos cloreto de cálcio e ácido ascórbico apresentaram perda significativa de frescor no 3º dia de armazenamento, seguida dos tratamentos testemunha e alginato de sódio que apresentaram perda do sabor de fruta fresca no 5º e 8º dia, respectivamente.

Tabela 13 – Médias das notas dos provadores para sabor fresco em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	8,33 aA	7,00 aAB	5,00 aB	1,00 aC
CaCl ₂	8,00 aA	5,00 aB	3,33 aB	3,00 aB
AA	9,00 aA	5,67 aB	4,00 aBC	1,67 aC
AS	7,33 aA	7,00 aA	5,00 aA	2,33 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 2,41; d.m.s. (dia) = 2,41; C.V.(%) = 21,09.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

e) Gosto amargo

O atributo gosto amargo apresentou diferença significativa entre os tratamentos apenas no 1º dia de armazenamento, com os melões tratados com cloreto de cálcio apresentando as maiores notas (Tabela 14).

Ao longo do período de armazenamento, houve manutenção no valor das notas em todos os tratamentos, exceto nos melões tratados com cloreto de cálcio que mostraram diminuição da sensação de amargor no 3º dia de armazenamento, cujo comportamento se manteve invariável até o final do período de conservação.

Tabela 14 – Médias das notas dos provadores para gosto amargo em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
CaCl ₂	2,33 aA	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aB
AA	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
AS	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,32; d.m.s. (dia) = 0,32; C.V.(%) = 13,32.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

f) Gosto salgado

Os melões tratados com cloreto de cálcio apresentaram maiores notas para o atributo gosto salgado, no primeiro dia de armazenamento (Tabela 15), o que já era de se esperar, uma vez que foi aplicado uma solução salina no fruto. Contudo, esta percepção diferenciada de sabor salgado, tendeu a um nivelamento com o tempo de armazenamento a partir do 3º dia.

Nos melões tratados com película de alginato de sódio, os provadores detectaram pouca presença de sal nos frutos, apesar dos mesmos terem recebido a aplicação de solução de cloreto de cálcio (0,6%) anterior à aplicação de alginato para possibilitar a gelificação da película.

Tabela 15 – Médias das notas dos provadores para gosto salgado em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
CaCl ₂	2,00 aA	1,00 aB	1,00 aB	1,00 aB
AA	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA
AS	1,00 bA	1,00 aA	1,00 aA	1,00 aA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,55; d.m.s. (dia) = 0,50; C.V.(%) = 23,53.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

g) Gosto doce

Os tratamentos testemunha, ácido ascórbico e cloreto de cálcio apresentaram no 1º dia de armazenamento melões minimamente processados com notas de doçura mais próxima de melão maduro, porém no 3º dia, esta sensação começou a se perder significativamente em todos os tratamentos, exceto na testemunha (Tabela 16). No 8º dia de armazenamento, o sabor doce tendeu a igualar-se entre os frutos processados tratados de modos diversos.

Analisando-se o efeito do período de armazenamento, verificou-se que os provadores detectaram perda do sabor doce dos frutos a partir do terceiro dia, cujos frutos foram caracterizados por melões semelhantes a imaturos.

Tabela 16 – Médias das notas dos provadores para gosto doce em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	7,50 aA	6,25 aA	4,50 aB	3,25 aB
CaCl ₂	6,50 abA	4,25 abB	2,25 bC	4,00 aB
AA	7,50 aA	3,00 bB	3,50 bB	3,50 aB
AS	5,50 bA	3,75 abB	6,75 aA	3,00 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,42; d.m.s. (dia) = 1,42; C.V.(%) = 16,15.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

h) Característico

No 1º dia de armazenamento não houve diferença significativa para o atributo sensorial sabor característico entre os tratamentos, porém no 3º dia os melões revestidos com película e os tratados com cloreto de cálcio receberam notas significativamente menores, contudo estas não foram suficientes para descaracterizar o produto (Tabela 17). No 5º dia, os frutos tratados com cloreto de cálcio apresentaram as menores notas, indicando perda considerável do sabor característico e sinalizando descaracterização das amostras deste tratamento, fato que foi constatado nos demais tratamentos no último dia de armazenamento.

Em todos os tratamentos ocorreu perda significativa do sabor característico de melão, sendo que naqueles tratados com cloreto de cálcio esta perda ocorreu logo no 3º dia, na testemunha e nos tratados com ácido ascórbico no 5º dia e, apenas no último dia nos frutos revestidos com película a base de alginato de sódio.

Tabela 17 – Médias das notas dos provadores para sabor característico em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	8,33 aA	8,67 aA	5,67 aB	2,33 aC
CaCl ₂	8,67 aA	5,33 bB	3,00 bC	2,67 aC
AA	8,00 aA	6,67 abA	4,33 abB	2,67 aB
AS	6,67 aA	6,33 bA	6,00 aA	3,00 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 2,07; d.m.s. (dia) = 2,07; C.V.(%) = 16,94.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

i) Maduro

Houve diferença entre os tratamentos na percepção de sabor maduro somente a partir do 5º dia de armazenamento, com os melões tratados com cloreto de cálcio apresentando as maiores notas, indicando sabor de fruto maduro tendendo à “passado”. No 8º dia, os melões testemunha foram caracterizados pelos provadores como frutos passados, no entanto, os demais tratamentos não diferiram quanto à intensidade de sabor maduro, que se caracterizou por melões maduros a passados (Tabela 18).

Em todos os tratamentos ocorreu aumento significativo de sabor maduro ao longo do tempo, sendo que nos frutos tratados com cloreto de cálcio e película de alginato de sódio, a mudança de comportamento foi detectada no 5º dia e na testemunha e nos tratados com ácido ascórbico, no último dia de armazenamento.

Tabela 18 – Médias das notas dos provadores para sabor maduro em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	5,00 aB	5,00 aB	5,00 bB	9,00 aA
CaCl ₂	5,00 aB	4,00 aB	7,00 aA	7,33 bA
AA	5,00 aB	5,00 aB	6,00 abAB	6,67 bA
AS	5,00 aBC	4,00 aC	6,00 abAB	7,00 bA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,32; d.m.s. (dia) = 1,32; C.V.(%) = 10,35.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

j) Estranho

Em todos os tratamentos ocorreu perda significativa de sabor de melão recém-cortado no último dia de armazenamento, exceto para os pedaços tratados com ácido ascórbico que apresentaram aumento considerável de sabor estranho no 5º dia de armazenamento, possivelmente devido à adição deste ácido (Tabela 19).

Tabela 19 – Médias das notas dos provadores para sabor estranho em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	0,33 aB	1,00 aB	2,00 bB	8,00 aA
CaCl ₂	0,67 aB	1,67 aB	2,00 bB	7,33 aA
AA	0,33 aB	1,00 aB	4,33 aA	5,33 bA
AS	0,67 aB	0,67 aB	1,67 bB	6,33 abA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,81; d.m.s. (dia) = 1,81; C.V.(%) = 30,15.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os produtos da testemunha e os tratados com cloreto de cálcio apresentaram no 8º dia de armazenamento as maiores notas para sabor estranho, indicando descaracterização do produto, evidenciada pela presença de outros sabores exceto de melão. Nos frutos revestidos com película de alginato de sódio e nos tratados com ácido ascórbico observou-se a mesma tendência, porém com menor intensidade.

5.3.1.4 Textura

a) Suculenta

Em relação ao tempo de armazenamento, os melões minimamente processados tratados com cloreto de cálcio apresentaram logo no 3º dia de armazenamento perda de suculência, enquanto que esta mudança na textura foi detectada pelos provadores no 5º dia para os tratamentos testemunha e ácido ascórbico, e no tratamento com alginato de sódio ela ocorreu apenas no último dia de armazenamento (Tabela 20). Este resultado é importante uma vez que a principal qualidade do melão, além da doçura é a sua suculência. Melões com baixa quantidade de água não são bem aceitos pelo consumidor (EMBRAPA, 1994).

Tabela 20 – Médias das notas dos provadores para textura suculenta em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	9,00 aA	7,50 abAB	6,25 aB	3,75 bC
CaCl ₂	7,75 aA	5,75 bB	3,75 bBC	4,75 abC
AA	8,00 aA	8,25 aA	5,00 abB	5,25 abB
AS	8,25 aA	7,75 aAB	6,50 bAB	6,00 aB

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 1,91; d.m.s. (dia) = 1,91; C.V.(%) = 15,70.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os melões minimamente processados tratados com cloreto de cálcio foram os que apresentaram, no 3° e no 5° dia de armazenamento, as menores notas, ou seja, mostraram-se menos suculentos, o que pode ser atribuído à presença de sal, que pode ter promovido o ressecamento nos frutos. No último dia de armazenamento, a testemunha recebeu as menores notas dos provadores, indicando textura menos suculenta; ao passo que o tratamento com alginato de sódio apresentou notas significativamente mais elevadas, mostrando preservação da umidade do fruto.

b) Firme

A percepção de textura firme apresentou diferenças significativas entre os tratamentos no 3° e no 8° dia de armazenamento (Tabela 21). Os provadores detectaram nos produtos revestidos com película a base de alginato de sódio e na testemunha textura mais macia no 3° e no 8° dia, respectivamente. Entretanto, as notas atribuídas estiveram próximas à dos pedaços de um fruto com textura ideal, característica de melão no ponto ótimo de maturação.

Tabela 21 – Médias das notas dos provadores para textura firme em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dia)			
	1	3	5	8
Testemunha	5,00 aA	5,25 abA	4,00 aB	3,50 bB
CaCl ₂	5,25 aAB	5,75 aA	4,25 aC	4,75 aBC
AA	5,00 aA	5,00 abA	4,75 aA	5,00 aA
AS	5,00 aA	4,75 bA	4,50 aA	4,25 abA

Obs.: d.m.s. (Tratamentos) = 0,86; d.m.s. (dia) = 0,86; C.V.(%) = 9,61.

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Em relação aos dias de armazenamento, os tratamentos ácido ascórbico e alginato de sódio não apresentaram alteração significativa de consistência ao longo do tempo. A mudança de consistência dos melões foi detectada pelos provadores no 5° dia de armazenamento nos demais

tratamentos. Estes resultados estão em desacordo com Massantini e Kader (1995) que relataram que o tratamento com cloreto de cálcio é bastante eficaz na manutenção da firmeza.

5.3.1.5 Perfil sensorial das amostras

A Figura 9 apresenta os perfis sensoriais das amostras de melão ‘Amarelo’ minimamente processadas (testemunha, CaCl_2 , ácido ascórbico – AA, alginato de sódio – AS) ao longo do período de armazenamento. O centro do gráfico representa o ponto zero da escala e a intensidade aumenta do centro para a periferia. A média de cada atributo por tratamento é apresentada no eixo correspondente, onde o perfil sensorial é traçado pela conexão dos pontos.

Figura 9 – Perfil sensorial em melões ‘Amarelo’ minimamente processados, em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

No 1º, 3º e 5º dias, a testemunha foi a que reuniu as melhores características sensoriais (aparência de fresco, odor adocicado, odor fresco, odor característico, sabor doce e sabor característico). No último dia de avaliação, a testemunha foi que apresentou as piores características sensoriais, como aparência menos fresca, odor pouco fresco e pouco característico,

sabor pouco fresco, pouco característico, de fruto mais maduro, mais estranho, além de textura menos firme. Entretanto, nesta mesma data, os melões revestidos com película a base de alginato de sódio foram os que apresentaram melhor qualidade, com maiores valores médios para aparência de fresco, odor adocicado, odor característico, sabor característico e textura suculenta.

5.3.1.6 Estudo das correlações

Para avaliar o grau de associação entre as variáveis, foi calculada a matriz de correlação a partir dos dados obtidos. Foram selecionados os coeficientes de correlação com índices superiores a 0,70, considerados acentuados de acordo com Sounis (1975). Na Tabela 22 estão apresentados os coeficientes de correlação entre os vinte descritores do melão ‘Amarelo’ minimamente processado. Verificou-se que o atributo aparência de fresco correlacionou-se diretamente com os descritores, odor fresco (0,78), odor característico (0,81), sabor característico (0,73) e textura suculenta (0,76), como era esperado, uma vez que com o avanço do período de armazenamento tem-se uma diminuição na percepção dessas sensações, sinalizando limite para a comercialização do produto, dada a senescência.

Os atributos odor fresco e odor característico mostraram-se positivamente correlacionados com sabor fresco, sabor característico e textura suculenta e, inversamente correlacionados com sabor estranho; além disso, o primeiro atributo sensorial também esteve correlacionado com odor característico. Estes resultados indicam que, a detecção de sabor estranho sinaliza perdas de frescor e de textura, além da descaracterização do produto.

O atributo sabor fresco esteve diretamente correlacionado com o sabor característico (0,88) e com a textura suculenta (0,77) e inversamente correlacionado com os sabores maduro (-0,72) e estranho (-0,79), indicando que com o avanço do período de conservação houve perda do sabor característico e da suculência e acentuação dos sabores maduro e estranho, resultando em frutos menos frescos.

Verificou-se que o atributo sabor característico relacionou-se positivamente com a textura suculenta (0,80) e negativamente com sabor estranho (-0,83), sinalizando que durante o período de armazenamento ocorreu redução da suculência e aumento do sabor estranho, levando à descaracterização sensorial do fruto.

O sabor maduro correlacionou-se significativamente com o sabor estranho (0,77), revelando que frutos em estágio avançado de maturação são caracterizados como estranhos e que o grau de maturação contribui para a detecção de outros sabores, exceto de melão.

Tabela 22 – Matriz da correlação entre os descritores dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados tratados quimicamente

	Aparência					Odor					Sabor					Textura				
	Am.	Mad.	Fre.	Bri.	Ado.	Fre.	Car.	Mad.	Ads.	G.áci.	Agu.	Fre.	G.ama.	G.sal.	G.doc.	Car.	Mad.	Est.	Suc.	Fir.
Apa.																				
Am.	1,00	0,34	-0,18	0,44	-0,11	-0,26	0,21	0,27	-0,14	-0,31	0,38	-0,29	-0,23	0,24	-0,18	-0,40	0,32	0,27	-0,31	-0,41
Mad.		1,00	-0,13	0,17	-0,04	-0,20	0,26	0,20	0,01	-0,07	0,31	-0,34	-0,03	0,22	-0,34	-0,40	0,20	0,31	-0,15	-0,26
Fre.			1,00	0,50	0,58	0,78	0,81	-0,41	0,09	0,21	0,21	0,68	0,12	0,00	0,52	0,73	-0,59	-0,63	0,76	0,43
Bri.				1,00	0,28	0,30	0,37	0,01	-0,16	0,20	0,68	0,18	-0,08	0,16	0,17	0,14	-0,23	-0,21	0,35	-0,06
Odo.																				
Ado.					1,00	0,58	0,54	-0,22	-0,24	-0,09	0,15	0,50	-0,28	0,15	0,49	0,51	-0,30	-0,42	0,41	0,13
Fre.						1,00	0,83	-0,53	0,12	0,21	0,10	0,77	0,37	0,29	0,43	0,787	-0,65	-0,75	0,75	0,50
Car.							1,00	-0,60	0,05	0,24	-0,02	0,85	0,19	0,13	0,53	0,803	-0,67	-0,76	0,72	0,56
Mad.								1,00	-0,36	-0,31	0,44	-0,64	-0,23	0,37	-0,38	-0,60	0,60	0,68	-0,51	-0,51
Sab.																				
Ads.									1,00	0,57	-0,11	0,13	0,18	0,08	-0,05	0,14	-0,20	-0,09	0,21	0,18
G.áci.										1,00	-0,31	0,28	0,30	0,19	0,14	0,21	-0,20	-0,16	0,36	0,19
Agu.											1,00	-0,16	-0,06	0,25	-0,16	-0,14	0,06	0,21	0,01	-0,29
Fre.												1,00	0,20	0,17	0,70	0,88	-0,72	-0,79	0,77	0,42
G.ama.													1,00	0,59	-0,21	0,22	-0,30	-0,31	0,18	0,20
G.sal.														1,00	0,07	0,16	-0,28	-0,18	0,12	0,33
G.doc.															1,00	0,65	-0,43	-0,51	0,56	0,17
Car.																1,00	-0,66	-0,83	0,80	0,531
Mad.																	1,00	0,77	-0,65	-0,55
Est.																		1,00	-0,70	-0,50
Tex.																				
Suc.																			1,00	0,40
Fir.																				1,00

Am. = Amarelo; Mad. = Maduro; Fre. = Fresco; Bri. = Brilhante; Ado. = Adocicado; Car. = Característico; Ads. = Adstringente; G.áci. = Gosto ácido; Agu. = Aguado; G.ama. = Gosto amargo; G.sal. = Gosto salgado; G.doc. = Gosto doce; Est. = Estranho; Suc. = Suculenta; Fir. = Firme; Apa. = Aparência; Odo. = Odor; Sab. = Sabor; Tex. = Textura.

5.3.1.7 Análise de componentes principais (ACP)

A Análise de Componentes Principais (ACP) permite análise total dos resultados, sugerindo as relações existentes entre cada amostra, evidenciando os atributos que a caracterizam melhor. Esta é uma análise exploratória utilizada para dados multivariados, que reduz a dimensionalidade dos dados e detecta padrões de associação entre eles permitindo melhor avaliá-los (LIMA; SILVA; GONÇALVES, 1999; SINESIO; MONETA, 1997), conforme pode ser observado na Figura 10.

Na representação gráfica da ACP, a variabilidade das amostras é apresentada em eixos ortogonais denominados componentes. A primeira componente (CP1) explica a maior parte da variabilidade entre as amostras, seguida pelas componentes restantes (ALMEIDA et al., 1999).

Na ACP, os eixos coordenados representativos das variáveis originais sofrem uma rotação fornecendo um novo sistema de coordenadas com menor dimensionalidade, no qual a primeira componente principal (CP1) corresponde à combinação linear das variáveis originais, contendo a máxima variância. As demais componentes são ortogonais a CP1 e descrevem as variâncias máximas residuais (GLEN; DUNN III; SCOTT, 1989; MUIRHEAD, 1982).

Os resultados obtidos neste experimento submetidos à ACP mostraram que as duas primeiras componentes (CP1, CP2) explicam 65,21% da variabilidade que ocorreu entre as amostras analisadas, sendo 47,29% da variância explicada pela primeira componente, 17,92% pela segunda componente (Figura 10).

Através da análise da Figura 10, representativa de CP1 e CP2, observa-se que, partindo da testemunha (T), há uma migração das amostras da esquerda para a direita caracterizando um processo de degradação em função do período de armazenamento. Os produtos tratados com cloreto de cálcio (Ca) e com ácido ascórbico (AA) apresentaram o mesmo comportamento durante o período de armazenamento, enquanto que os cubos revestidos com película a base de alginato de sódio (AS) não diferiram da testemunha no 1º e no 3º dia de armazenamento.

Figura 10 – Contribuição das duas componentes principais (CP1 e CP2) para os descritores do melão ‘Amarelo’ minimamente processado

Notas: AMOSTRAS: T = Testemunha; AA = Ácido ascórbico; Ca = Cloreto de cálcio; AS = Alginato de sódio.

Os números 1, 3, 5 e 8, representam o período de armazenamento em dias.

VARIÁVEIS: AMAR = Aparência amarelo; AMAD = Aparência de maduro; AFRE = Aparência de fresco; ABRI = Aparência brilhante; OADO = Odor adocicado; OFRE = Odor fresco; OCAR = Odor característico; OMAD = Odor de maduro; SADS = Sabor adstringente; SACI = Sabor ácido; SAGU = Sabor aguado; SFRE = Sabor fresco; SAMA = Sabor amargo; SSAL = Sabor salgado; SDOC = Sabor doce; SCAR = Sabor característico; SMAD = Sabor maduro; SEST = Sabor estranho; SUCU = Textura succulenta; FIRM = Textura firme.

A análise da primeira componente (CP1) demonstra que as amostras tratadas com cloreto de cálcio e as tratadas com ácido ascórbico, no 1º e no 3º dia, estão caracterizadas por melhores escores para as seguintes características sensoriais: sabor salgado, ácido, amargo e adstringente.

Observa-se ainda que os efeitos da aplicação de cloreto de cálcio e de ácido ascórbico nos melões após 5 dias de armazenamento são comparáveis aqueles observados na testemunha armazenada por 8 dias, demonstrando uma rápida degradação dos frutos tratados quimicamente, a qual foi evidenciada pela detecção de sabor estranho.

A análise da segunda componente (CP2) demonstra que os produtos da testemunha e os revestidos com película a base de alginato de sódio, no 1º e no 3º dia, estão bem caracterizados

por melhores escores para as seguintes características sensoriais: aparência brilhante e de fresco, odor/sabor fresco e característico. Enquanto que no 5º dia, os mesmos foram caracterizados pela aparência amarela e de fruto maduro, odor de fruto maduro e pelos sabores maduro e aguado. Observou-se ainda que os produtos revestidos com a película não foram associados ao sabor estranho, característica indesejável, que foi bastante acentuada nos demais tratamentos.

Com base na Figura 10, quanto maior o comprimento do vetor, maior a importância do descritor. Observou-se a formação de dois grupos de descritores: o primeiro formado pelos descritores que correspondem ao sabor ácido, salgado, amargo e adstringente (relacionados à adição de cloreto de cálcio e de ácido ascórbico); e o segundo formado pela aparência de fresco e brilhante, odor fresco, odor característico, sabor fresco e característico (relacionados com as características do fruto *in natura*). Foi possível também verificar a importância isolada dos descritores sabor aguado e estranho.

5.3.2 Teste de consumidor em laboratório

O teste sensorial permitiu verificar que a aparência, o odor e a textura dos produtos não diferiram significativamente entre si (Tabela 23), indicando que o processamento mínimo, independente do tipo de tratamento, não afetou estes parâmetros. Estes resultados são importantes uma vez que, as características externas de qualidade, percebidas pelo tato e pela visão, são relevantes na diferenciação do produto, particularmente, na decisão de compra. As características internas descritas pelo odor, sabor e textura, quando combinadas com a aparência do produto, são fundamentais na determinação da aceitação do produto pelo consumidor (CHITARRA; ALVES, 2001).

Tabela 23 – Valores médios para aparência, odor, sabor, textura e impressão global em melões ‘Amarelo’ minimamente processados submetidos a tratamentos químicos

(continua)

Atributos	Tratamentos	Notas
Aparência	Testemunha	7,44 a
	CaCl ₂	7,14 a
	AA	6,74 a
	AS	6,96 a
	d.m.s.	0,80
	C.V.(%)	21,85
Odor	Testemunha	7,38 a
	CaCl ₂	7,04 a
	AA	7,24 a
	AS	6,78 a
	d.m.s.	0,71
	C.V.(%)	19,14
Sabor	Testemunha	6,98 a
	CaCl ₂	6,78 a
	AA	6,64 a
	AS	5,56 b
	d.m.s.	0,92
	C.V.(%)	27,39
Textura	Testemunha	7,70 a
	CaCl ₂	7,52 a
	AA	7,28 a
	AS	6,34 a
	d.m.s.	0,87
	C.V.(%)	23,28

Tabela 23 – Valores médios para aparência, odor, sabor, textura e impressão global em melões ‘Amarelo’ minimamente processados submetidos a tratamentos químicos
(conclusão)

Atributos	Tratamentos	Notas
Impressão geral	Testemunha	7,32 a
	CaCl ₂	7,20 a
	AA	6,94 a
	AS	6,20 b
	d.m.s.	0,73
	C.V.(%)	20,44

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

CaCl₂ = Cloreto de cálcio; AA = Ácido ascórbico; AS = Alginato de sódio.

Os tratamentos influenciaram significativamente o sabor e a impressão geral dos melões minimamente processados (Tabela 23). Os produtos da testemunha, os tratados com cloreto de cálcio e com ácido ascórbico mostraram-se superiores para ambos os atributos sensoriais, cujas notas corresponderam a valores entre ‘gostei moderadamente’ e ‘gostei ligeiramente’ e entre ‘gostei muito’ e ‘gostei ligeiramente’, respectivamente. Os menores valores médios de notas foram atribuídos pelos julgadores aos melões processados revestidos com película a base de alginato de sódio, os quais podem ser devido à presença da película de revestimento que possivelmente pode ter influenciado na percepção do sabor, refletindo na impressão geral do produto. Este resultado era esperado uma vez que esse atributo representa a somatória dos demais parâmetros sensoriais do fruto como a aparência, odor, sabor e textura. Logo, pode-se dizer que a película afetou negativamente o sabor e a impressão geral dos melões.

Frequência de consumo e intenção de compra

Quanto à frequência de consumo do fruto na forma minimamente processada, identificou-se que 8% dos provadores o fazem três vezes por semana ou pelo menos uma vez por semana, 4% uma vez por mês, 18% raramente e 62% afirmaram que nunca consumiram este tipo de produto. Quando indagados sobre o motivo de nunca terem consumido o melão processado, os provadores

apontaram o preço alto como a principal causa da não aquisição do produto, seguido da disponibilidade no mercado, do preparo deste tipo de produto a partir de frutas de qualidade inferior ou reaproveitadas e da falta de hábito, conforme descrito na Figura 11. Tais informações são importantes tanto aos varejos (tipo quitanda e sacolões) quanto às redes de supermercado, pois podem constituir uma logística de venda que atenda à demanda e satisfaça os consumidores.

Figura 11 – Motivos do não consumo de melão 'Amarelo' minimamente processado

1 = preço alto, 2 = disponibilidade no mercado, 3 = frutas de qualidade inferior/reaproveitadas, 4 = falta de hábito.

Com relação à intenção de compra do melão minimamente processado verificou-se que as amostras apresentadas foram bem aceitas pelos provadores, uma vez que a maioria atribuiu notas entre 1 e 2, correspondentes a 'certamente compraria' e 'provavelmente compraria' (Figura 12). Tais resultados corroboram com os obtidos na avaliação da aparência, cujo atributo comportou-se de maneira semelhante entre os tratamentos e cujas notas se mantiveram acima do limite de aceitabilidade (> 5). Segundo Modesta (1994) e Deliza (2000) o impacto visual do produto é determinante na aquisição do mesmo pelo consumidor. Este avalia a aparência geral com a qualidade, índice de maturação e deterioração do produto. Qualquer alteração neste atributo pode diminuir sua aceitabilidade.

Figura 12 – Distribuição percentual das respostas de intenção de compra de melão ‘Amarelo’ minimamente processado

1 = certamente compraria; 2 = provavelmente compraria; 3 = talvez compraria/talvez não compraria; 4 = provavelmente não compraria; 5 = certamente não compraria.

5.4 Conclusões

- Os tratamentos testados não apresentaram efeito no prolongamento da vida útil dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados;
- Os produtos, independente do tratamento, apresentaram-se aptos para o consumo por 3 dias, segundo a indicação dos provadores;
- Foi possível selecionar doze descritores para descrever a qualidade do melão ‘Amarelo’ minimamente processado submetido a tratamentos químicos, ou seja: aparência de fresco e brilhante, odor fresco e característico, sabor ácido, salgado, amargo, fresco, característico, adstringente, aguado e estranho;
- Os produtos da testemunha e os tratados com cloreto de cálcio e com ácido ascórbico foram mais bem aceitos pelos provadores, de acordo com o teste de consumidor realizado em laboratório;
- Quanto à frequência de consumo, verificou-se que o consumo de melão minimamente processado ainda é incipiente, devido ao elevado preço deste tipo de produto, à falta de

disponibilidade no mercado, ao preparo deste tipo de produto a partir de frutas de qualidade inferior ou reaproveitadas e à falta de hábito dos consumidores;

- A intenção de compra revelou que todos os produtos foram bem aceitos pelos provadores, uma vez que afirmaram que certamente comprariam ou provavelmente comprariam os mesmos.

Referências

ALMEIDA, T.C.A.; FOLEGATTI, M.I.S.; FREIRE, M.T.A.; MADEIRA, M.S.; SILVA, F.T.; SILVA, M. Determinação do perfil sensorial e parâmetros de qualidade de figos em calda produzidos pela indústria brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 234-240, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14140**: alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de melão rendilhado**: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BONONE, L.T.; CARVALHO, R.; MALUF, W.R. Hortaliças minimamente processadas. **Boletim Técnico de Hortaliças**, Campinas, n. 36, 1999.

CANTWELL, M. Fresh-cut product biology and requirements. **Perishables Handling Newsletter Issue**. Davis, n. 80, p. 4-6, 1995.

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

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutos e Hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p.

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

DAMASCENO, K.S.F. da S.C.; ALVES, M.A.; MENDONÇA, S.C. de; GUERRA, N.B.; STAMFORD, T.L.M. Melão minimamente processado: um controle de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 651-658, 2005.

DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 73-74.

DURIGAN, J.F.; SARGENT, S.A. Uso do melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 10, p. 69-77, 1999.

EMBRAPA. **Melão para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1994.

FERREIRA, V.L.P., ALMEIDA, T.C.A; PETTINELLI, M.L.D.V.; SILVA., M.A.A.P.; CHAVES, J.B.; BARBOSA, E.M. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: ITAL/SBCTA, 2000. 127 p.

GLEN, W.G.; DUNN III, W.J; SCOTT, D.R. Principal components analysis and partial least squares regression. **Tetrahedron Computer Methodology**, Oxford, v. 2, n. 6, p. 349-376, 1989.

GOMES, F.P. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

LIMA, J.R.; SILVA, M.A.A.P. da; GONÇALVES, L.A.G. Caracterização sensorial de amêndoas de castanha de caju fritas e salgadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 123-126, 1999.

LUNA-GUSMÁN, I.; BARRET, D.M. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupe. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 61-72, 2000.

LUNA-GUSMÁN, I.; CANTWELL, M.A.; BARRET, D.M. Fresh-cut cantaloupe: effect of CaCl_2 dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, p. 201-213, 1999.

MASSANTINI, R.; KADER, A.A. Conservazione e mantenimento qualitativo delle fette di kiwi. **Industrie Alimentari**, Pinerolo, v. 34, n. 36, p. 357-360, 1995.

MODESTA, R.C.D. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1994. 67 p.

MUIRHEAD, R.J. **Aspects of multivariate statistical theory**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 673 p.

O'CONNOR-SHAW, R.E.; ROBERTS, R.; FORD, A.L.; NOTTINGHAM, S.M.. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal Food Science**, Chicago, v. 59, n. 6, p. 1202-1206, 1994.

PC-ORD FOR WINDOWS 95, 98, 00, ME, NT and XP. **Multivariate analysis for ecological data version 4**. Disponível em: <<http://www.ptinet.net/~mjm/pcordwin.htm>>. Acesso em: 22 sept. 2004.

PIZARRO, C.A.C. **Avaliação de melão minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas e embalagens**. 2003. 70 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Pós-Colheita) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SAS User's Guide. **Statistics**. Cary: SAS Institute, 1989. 501 p.

SINESIO, F.; MONETA, E. Sensory evaluation of walnut fruit. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 35–43, 1997.

SOUNIS, E. **Bioestatística**: princípios fundamentais, metodologia estatística, aplicação às ciências biológicas. 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 153 p.

STONE, H.J. Quantitative descriptive analysis (QDA). In: HOOTMANN, R.C. (Ed.). **Manual on descriptive analysis testing**. West Conshohocken: ASTM, 1992. (Manual Séries MNL, 13).

STONE, H.; SIDEL, J.L. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. **Journal of Food Technology**, Chicago, v. 52, p. 48-52, 1998.

TORRES, M.E.; PINHEIRO, A.C.M.; CHITARRA, A.B.; BONNAS, D. Abacaxi minimamente processado armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 28., 2002, Porto Alegre. **Trabalhos...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD-ROM.

6 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO

Resumo

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças em diversas partes do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo estudar alternativas para o aproveitamento das cascas e das sobras de polpa de melões minimamente processados. Da casca foram desenvolvidos três produtos, compota, doce e doce glaceado; e com as sobras de polpa foram elaboradas geléias. Os produtos elaborados foram avaliados quanto à composição centesimal e sensorialmente, usando escala hedônica de 9 pontos, e contou com a participação de 30 provadores não treinados. Os resultados revelaram que os produtos obtidos a partir da casca apresentaram maiores teores de cinzas, proteína e fibra alimentar. O teste sensorial indicou que todos os produtos elaborados, com exceção do doce de melão, obtiveram boa aceitabilidade por parte dos provadores, com índice de aceitabilidade acima de 80%.

Palavras-chave: *Cucumis melo*; Processamento mínimo; Resíduos; Análise sensorial

6 UTILIZATION OF SOLIDS WASTES OF MELON MINIMALLY PROCESSED

Abstract

One of the main obstacles for the development of the minimally processed industry of fruits and vegetables in many parts of the world is associated with the significant amount of organic residues that are generated by the activity. Thus, this work proposed to study alternatives for the exploitation of the peels and the pulp's leftovers of minimally processed melons. With the peels, three products were developed: compote, candy and icing candy and jellies were made with the leftovers of the pulp. The products were evaluated according to its centesimal composition and sensorially, using hedonic scale of nine points and had the participation of thirty non-trained panelists. The results showed that the products made with the peels presented larger contents of ashes, protein and alimentary fiber. The sensorial test indicated that all the elaborated products, except for the candy made of melon peel, showed good acceptability for panelists, with rate of acceptability above of 80%.

Keywords: *Cucumis melo*; Minimally processed; Wastes; Sensory analysis

6.1 Introdução

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças em diversas partes do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade. Em muitos casos, como no processamento mínimo de melões, o rendimento é da ordem de 38 a 42% em massa fresca dos frutos inteiros (PINTO, 2002), isto é, 62 a 58% da matéria-prima é descartada como resíduo.

O melão é uma das hortaliças que tem sido minimamente processada no Brasil nas mais diversas formas. Em formato de bolinhas, fatias e cubos com ou sem casca (LUNA-GUZMÁN; CANTWELL; BARRET, 1999). Para a agroindústria, o retorno desse tipo de processamento é alto, pois permite agregar valor ao produto.

Infelizmente, ainda existem poucas alternativas para a utilização da maior parte dos resíduos vegetais, sendo esses, dispostos no ambiente, sendo utilizados como fertilizantes orgânicos ou na alimentação animal, sem qualquer tratamento. Porém, a demanda por ração pode variar e depender da produção agrícola, além do problema de descarte desses subprodutos ser agravado por restrições legais (SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001; LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003).

A composição dos resíduos do processamento de alimentos é extremamente variada e depende tanto da natureza da matéria-prima como da técnica de produção empregada (MORETTI; MACHADO, 2006). Os principais resíduos do processamento de melão são casca, sementes e sobras dos cortes.

As cascas são constituídas basicamente por carboidratos, proteínas e pectinas, o que possibilitaria o aproveitamento das mesmas para fabricação de doces, podendo-se tornar uma alternativa viável para resolver o problema da eliminação dos resíduos, além de aumentar seu valor comercial.

As sementes constituem uma parte significativa dos resíduos gerados no processamento do melão, podendo ser consumidas como petiscos a exemplo das sementes de abóbora, as quais necessitam para o seu processamento apenas de uma secagem e tempero com sal (MORETTI; MACHADO, 2006).

Num mundo globalizado onde parte significativa da população encontra sérias dificuldades, diariamente, para conseguir alimento, é inconcebível que uma atividade agroindustrial continue

desperdiçando um resíduo que potencialmente poderia ser utilizado como matéria-prima na indústria de alimentos (MORETTI; MACHADO, 2006).

Acreditando que o uso destes resíduos na alimentação humana possa tornar mais viável a atividade de processamento mínimo, estudaram-se alternativas para o aproveitamento das cascas e das sobras de polpa de melões minimamente processados.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Matéria-prima

Para a elaboração dos produtos foram utilizados cascas e sobras de polpa do processamento mínimo de 20 melões ‘Amarelo’, oriundos da região de Mossoró/RN, realizado na Planta Piloto de Processamento do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP. Foram também utilizados açúcar cristal e cravo, adquiridos no comércio local de Piracicaba, SP.

Da casca foram desenvolvidos três produtos, compota, doce e doce glaceado; e com as sobras de polpa foram elaboradas geléias (Anexo E).

6.2.2 Métodos

A) Processo de elaboração da compota

As cascas, obtidas após a separação da polpa durante o processamento mínimo, foram lavadas em água corrente, imersas em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 100ppm por 10 minutos, com o objetivo de reduzir os riscos de contaminação e drenadas por aproximadamente 3 minutos em escorredor doméstico, devidamente higienizado.

As cascas foram cortadas em pedaços uniformes e previamente cozidas em xarope (10°Brix) até que as mesmas ficassem transparentes, antes de serem embaladas. Em seguida, procedeu-se o enchimento manual das embalagens de vidro, previamente esterilizadas a 100°C/30 min. com capacidade para 250g e fechadas com tampa de metal. Às cascas de melão acondicionadas nos vidros foi adicionada calda de açúcar (85°C) na concentração de 30°Brix, contendo 10g de cravos, até cobrir todo o produto. A exaustão foi feita em banho-maria a 100°C

por 15 minutos, com as embalagens semitampadas, até completa remoção do ar, em seguida os frascos foram fechados e resfriados até atingir a temperatura ambiente. Posteriormente, os produtos foram lacrados e armazenados à temperatura ambiente.

B) Processo de elaboração do doce

As cascas, obtidas após a separação da polpa durante o processamento mínimo, foram submetidas aos procedimentos iniciais descritos no item A.

Para a obtenção do doce foi utilizado um processo tradicional, segundo Jackix (1988). As cascas foram cortadas em pedaços uniformes e adicionadas em calda a 65°Brix, onde sofreram cocção por aproximadamente 1 hora e 30 minutos a 90°C, até que as cascas ficassem transparentes. Ao final, os produtos foram acondicionados à quente (85°C), em embalagens de vidro, previamente esterilizadas a 100°C/30 min. com capacidade para 250g e fechadas com tampa de metal. O tratamento térmico foi efetuado em banho-maria a 100°C por 15 minutos, em seguida os frascos foram invertidos para promover a esterilização das tampas por 15 minutos, resfriados a temperatura ambiente, lacrados e posteriormente armazenados à temperatura ambiente.

C) Processo de elaboração do doce glaceado

As cascas, obtidas após a separação da polpa durante o processamento mínimo, foram submetidas aos procedimentos iniciais descritos no item A.

As cascas foram cortadas em tiras e previamente cozidas em xarope (30°Brix) até que as mesmas ficassem transparentes. Iniciou-se a operação de açucaramento mergulhando-se os pedaços em xarope de açúcar a concentrações crescentes até atingir a concentração de 75°Brix. Após a impregnação do produto com açúcar, retirou-se o mesmo do xarope colocou-o numa peneira para retirar o excesso de açúcar. Por fim, procedeu-se a secagem do produto em estufa a 40°C até obter uma umidade final inferior a 25%, sendo o produto espalhado em bandejas perfuradas.

As cascas de melão glaceadas foram acondicionadas em saquinhos de polipropileno (PP) (18x25x0,05cm), contendo aproximadamente 100g de produto, sendo em seguida seladas em seladora manual e armazenados à temperatura ambiente.

D) Processo de elaboração das geléias

As sobras de polpa resultantes do processamento mínimo de melão foram imersas em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 100ppm por 3 segundos, com o objetivo de reduzir os riscos de contaminação e drenadas por aproximadamente 3 minutos em escorredor doméstico, devidamente higienizado. Os pedaços de melão foram fervidos à pressão atmosférica em tacho aberto, até obtenção do suco, e posteriormente filtrado com o auxílio de peneiras de 35 mesh.

Aos pedaços de melão, foram adicionados sacarose (0,75:1 p/p em relação à massa total dos frutos) e pectina com 150°SAG, cuja quantidade foi calculada com base no °SAG e no peso de sacarose.

A formulação foi preparada com a concentração final de sólidos solúveis de 68°Brix. Os produtos foram acondicionados a quente (85°C), em embalagens de vidro, previamente esterilizadas a 100°C/30 min. com capacidade para 250g e fechadas com tampa de metal. O tratamento térmico foi efetuado em banho-maria a 100°C por 15 minutos, em seguida os frascos foram invertidos para promover a esterilização das tampas por 15 minutos, resfriados a temperatura ambiente, lacrados e posteriormente armazenados à temperatura ambiente.

6.2.3 Caracterização dos produtos

As amostras de compota, doce e de melão glaceado foram dispostas em placas de petri e secas em estufa a 50°C. Após a secagem os materiais foram moídos em moinho TE 650 (Moinho de facas) tipo Willye, utilizando peneira de aço inox-malha 20, e submetidos à avaliação centesimal.

A composição centesimal da compota, do doce e de melão glaceado foi feita com base na matéria seca, sendo os resultados convertidos para matéria úmida; enquanto que para a geléia todas as determinações foram feitas com base na matéria úmida.

Para a caracterização dos produtos elaborados a partir dos resíduos do processamento foram realizadas as seguintes análises, em triplicata:

- a) **Umidade (%):** determinada por secagem em estufa a 50°C com circulação de ar até obtenção de peso constante, segundo procedimento da AOAC (2005);
- b) **Cinzas (%):** determinada através da incineração das amostras em mufla à temperatura de 500-600°C por 4 horas (AOAC, 2005);
- c) **Proteínas (%):** determinada pelo método de Kjeldahl, sendo o teor protéico determinado pela multiplicação do conteúdo de nitrogênio total pelo fator 6,25 (AOAC, 2005);
- d) **Extrato Etéreo (%):** determinado utilizando-se o extrator de Soxhlet. Na extração foi utilizado como solvente o hexano em refluxo contínuo da amostra durante 8 horas. Recuperado o hexano, os balões foram retidos e colocados em estufa por 30 minutos a 100°C, depois disso os mesmos esfriaram em dessecador e foram pesados, obtendo-se a quantidade de lipídeos por diferença de peso do balão (AOAC, 2005);
- e) **Fibra Alimentar Total (%):** determinada pelo método não-enzímico gravimétrico para alimentos com reduzido teor de amido, segundo Li e Cardozo (1992);
- f) **Carboidratos (%):** foram obtidos por diferença, ou seja, $100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ extrato etéreo} + \% \text{ fibra alimentar})$.

Calculou-se também o valor calórico total dos produtos elaborados aplicando-se os valores de conversão para carboidratos (4,0 kcal), lipídeos (9,0 kcal) e proteínas (4,0 kcal), de acordo com o indicado pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

6.2.3 Análise sensorial

Os produtos elaborados a partir dos resíduos do processamento mínimo do melão foram avaliados quanto à aceitação em laboratório. O teste realizou-se no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ/USP e contou com a participação de trinta voluntários não treinados, compostos por estudantes, funcionários e professores do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP.

Os provadores avaliaram as amostras em cabines individualizadas. Cada provador recebeu 4 amostras devidamente codificadas, cada uma contendo aproximadamente 30g de produto,

juntamente com a ficha de avaliação e bolacha de água e sal para ser consumida entre as avaliações. Cada amostra foi composta por doce de casca de melão, compota de casca de melão, geléia de melão e melão glaceado.

Os provadores foram solicitados a indicar o quanto gostaram/desgostaram utilizando-se de escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo) e o que mais gostaram/desgostaram em cada produto (Figura 1).

Nome: _____ Data: _____	
Muito obrigado por participar de nossa pesquisa. Responda, dando notas de acordo com a escala abaixo sobre o quanto que você gostou de cada produto.	
9 - gostei muitíssimo 8 - gostei muito 7 - gostei moderadamente 6 - gostei ligeiramente 5 - nem gostei/nem desgostei	4 - desgostei ligeiramente 3 - desgostei moderadamente 2 - desgostei muito 1 - desgostei muitíssimo
Geléia: _____	
Doce de melão: _____	
Compota: _____	
Melão glaceado: _____	
O que você mais gostou/desgostou de cada produto? Geléia: _____ Doce de melão: _____ Compota: _____ Melão glaceado: _____	

Figura 1 – Ficha utilizada para avaliar a aceitabilidade dos produtos obtidos a partir dos resíduos do processamento mínimo de melão

6.2.4 Análise dos resultados

No teste de aceitabilidade em laboratório, o delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente casualizados dos 4 produtos elaborados a partir dos resíduos do processamento mínimo com 30 repetições (provadores).

O delineamento experimental utilizado para avaliação dos resultados obtidos da caracterização dos produtos foi o inteiramente casualizado, com três repetições, e constituído de 4 produtos, sendo: compota, doce, melão glaceado e geléia.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e a comparação das médias pelo Teste de Tukey (5%), de acordo com o proposto por Gomes (2002).

6.3 Resultados e Discussão

6.3.1 Caracterização dos produtos

Os resultados referentes à composição centesimal foram expressos em base úmida. Na Tabela 1, são encontrados os valores médios percentuais e os coeficientes de variação.

Tabela 1 – Caracterização dos produtos obtidos a partir dos resíduos do processamento mínimo de melão

Produtos	Composição Centesimal (%)						Valor calórico (kcal/100g)
	Umidade	Cinzas	Proteínas	Extrato Etéreo	Fibra Alimentar	Carboidratos	
Doce	31,49 b	0,84 c	1,63 a	0,06 a	2,94 ab	61,85 c	260,11 c
Compota	56,88 a	1,16 a	2,18 a	0,14 a	1,83 bc	35,50 d	154,93 d
Glacado	12,98 c	0,96 b	2,18 a	0,16 a	4,15 a	78,76 a	328,26 a
Geléia	29,78 b	0,45 d	0,80 b	0,07 a	0,58 c	68,87 b	277,23 b
d.m.s.	0,03	0,06	0,78	0,11	1,57	4,67	16,16
C.V.(%)	55,23	2,57	17,56	39,58	16,23	1,87	1,55

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Pode ser verificado na Tabela 1, que com exceção do teor de lipídeos os resultados referentes à composição centesimal dos produtos diferiram significativamente indicando comportamento diferenciado quanto a composição química dos mesmos.

6.3.1.1 Umidade

O teor de umidade de um alimento é expresso pelo valor obtido na determinação da água total contida no mesmo (BOBBIO; BOBBIO, 1985).

A compota apresentou teor de umidade significativamente superior aos demais produtos, o que já era esperado uma vez que este tipo de alimento é conservado em calda, implicando em maior umidade (Tabela 1). Este resultado pode ser explicado pelo fato do xarope conter elevada concentração de açúcares, porém atividade de água relativamente superior à da casca. Em contato com as mesmas, com atividade de água inferior, a diferença de pressão osmótica produz a passagem de água do xarope para a casca, provocando um aumento no teor de umidade (BOBBIO; BOBBIO, 2001). O melão glaceado foi o que apresentou menor teor de umidade, este é consequência do processo de elaboração do produto, haja visto que o mesmo é submetido à secagem, o que faz com que sua umidade seja reduzida.

6.3.1.2 Cinzas

Os teores médios de cinzas dos produtos apresentaram diferenças significativas entre si, como mostra a Tabela 1. A compota foi a que apresentou o maior teor de cinzas, seguido do melão glaceado, do doce e da geléia. Entretanto, pode-se observar que a casca apresentou um teor de cinzas de 0,98% e a polpa de 0,45%.

De acordo com pesquisas realizadas por Hecktkeur et al. (1995), o teor de cinzas em polpa de melão maduro foi de 0,58%, enquanto que Gondim et al. (2005) encontrou na polpa um teor de cinzas de 0,50% e na casca de 0,96%.

Levando-se em consideração os teores citados acima, pode-se afirmar que os valores encontrados neste trabalho estão próximos aos obtidos pelos autores supracitados e confirmam o predomínio de cinzas na casca.

6.3.1.3 Proteínas

A função principal das proteínas presentes nos alimentos é fornecer o nitrogênio e os aminoácidos necessários para a síntese das proteínas corporais e das demais substâncias nitrogenadas (CHEFTEL; COQ; LORIENT, 1989).

As proteínas de origem animal são formadas por aminoácidos em proporção e qualidade ótimas para a nutrição humana, já as proteínas de origem vegetal não são completas em sua composição, entretanto, considerando-se os diferentes tipos de dietas no mundo, tais proteínas são importantes por serem, em muitos casos, a principal ou única fonte de aminoácidos essenciais na alimentação (BOBBIO; BOBBIO, 1985).

Com relação aos teores médios da fração protéica apresentados nos produtos, constatou-se que aqueles elaborados da casca apresentaram teores superiores à geléia (Tabela 1), a qual foi obtida da polpa, indicando que as proteínas apresentam maior contribuição na composição química da casca.

Os teores de proteína encontrados para a polpa de melão ‘Amarelo’ apresentados por vários autores, entre eles Hecktkeur et al. (1995) e Gondim et al. (2005), encontram-se na faixa de 0,4 a 1%. As cascas de melão apresentam teores de proteína de aproximadamente 1,24% (GONDIM et al., 2005).

As principais fontes protéicas de origem vegetal são segundo Fennema (1993), a soja (45%), trigo (14%) e aveia (13%), estas se mostram com teores superiores às das partes do melão analisadas. Esta superioridade já era de se esperar, uma vez que os frutos são considerados fontes pobres em proteínas, sendo mais ricos em fibras, vitaminas e minerais.

6.3.1.4 Extrato etéreo

A fração extrato etéreo é constituída principalmente de lipídeos e outros constituintes lipossolúveis como vitaminas, pigmentos, entre outros (BOTELHO, 1998).

Os teores de extrato etéreo apresentados pelos produtos elaborados a partir da casca e da polpa não apresentaram diferenças significativas, tendo a casca apresentado teores médios de 0,12% e a polpa de 0,07% (Tabela 1).

Hecktkeur et al. (1995) encontrou teor de lipídeos de 0,17% na polpa do fruto do melão. Gondim et al. (2005) não detectou presença de lipídeos para a polpa do melão, enquanto que para a casca obteve valores médios de lipídeos de 0,10%.

Com base nos resultados obtidos pode-se dizer que a polpa e a casca do melão não são consideradas fonte de óleo, por apresentarem baixos teores de extrato etéreo, podendo ser utilizadas em dietas de redução de peso.

6.3.1.5 Carboidratos

Os carboidratos juntamente com as proteínas formam os constituintes principais dos organismos vivos, além de serem a mais abundante e econômica fonte de energia para o homem (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

O teor de carboidratos encontrado na compota revelou-se inferior (35,50%) aos demais produtos, o que já era esperado dada a menor adição de açúcar aliado ao maior teor de umidade característico deste tipo de produto (Tabela 1). Em contrapartida, o melão glaceado foi o que apresentou a maior contribuição dos carboidratos na sua composição, o que é resultado do elevado teor de açúcar utilizado na elaboração do produto e ao baixo teor de umidade do produto, refletindo no elevado valor calórico apresentado pelo mesmo.

6.3.1.6 Fibra Alimentar Total

As fibras alimentares de acordo com Pourchet-Campos (1988), desempenham papel importantíssimo no aumento do volume do bolo fecal e no tempo de trânsito gastrointestinal, sendo assim, muito importante sob o aspecto da prevenção de câncer no intestino grosso e cólon, uma vez que permanecem com compostos ‘cancerígenos’ presentes nas fezes, oriundos de diferentes fontes, e que poderiam atuar ou não, em função do tempo de sua retenção no organismo.

A fração fibra alimentar é composta por celulose, hemicelulose, substâncias pécicas, hidrocolóides (gomas e mucilagens), amido retrogradado e produtos da reação de Maillard (FAO, 1999).

Em relação aos teores de fibra alimentar (Tabela 1), encontrados nos produtos elaborados das partes do melão, observa-se que a casca apresentou valores médios estatisticamente superiores aos da polpa, com teores de 2,97% e 0,58%, respectivamente.

De acordo com Hecktkeur et al. (1995) e Gondim et al. (2005), o teor de fibra da polpa do melão está na faixa de 0,03% a 0,3%. Gondim et al. (2005) constataram que a casca do melão apresenta teor de fibras de 1,42%.

Segundo Dreher (1995) um alimento com teor de 2 a 3% de fibra alimentar pode ser considerado uma boa fonte de fibra alimentar. Com base nos resultados obtidos, pode-se dizer que os produtos obtidos da casca do melão são boa fonte de fibra.

6.3.2 Análise sensorial

O teste de aceitabilidade realizado com os produtos obtidos a partir dos resíduos do processamento mínimo do melão revelou que houve diferença estatística significativa entre as amostras (Tabela 2).

Tabela 2 – Aceitabilidade dos produtos obtidos a partir dos resíduos do processamento mínimo de melão

Produtos	Notas
Geléia	7,47 a
Doce	5,77 b
Compota	7,73 a
Melão glaceado	7,30 a

Obs.: d.m.s. = 1,00; C.V.(%) = 21,06.

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Comparando os valores médios da escala hedônica, observa-se que a geléia, a compota e o melão glaceado não diferiram entre si quanto ao grau de aceitação e, ao mesmo tempo, foram os que apresentaram maior aceitação nas condições deste trabalho. Na escala hedônica de 9 pontos, o doce de melão apresentou valor médio de 5,77, situado entre os termos ‘nem gostei/nem desgostei’ e ‘gostei ligeiramente’.

De acordo com Teixeira, Meinert e Barbetta (1987), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que se obtenha um índice mínimo de aceitabilidade de, no mínimo, 70%, e neste caso todos os produtos elaborados, com exceção do doce de melão, obtiveram boa aceitabilidade por parte dos julgadores (Figura 2).

No que se refere aos comentários sobre os produtos, os provadores destacaram na geléia, na compota e no melão glaceado, o sabor e a textura agradáveis e no doce, o sabor muito doce/muito açucarado, o sabor residual e a textura desagradável.

Figura 2 – Relação entre a percentagem de aceitabilidade por produto elaborado a partir dos resíduos do processamento mínimo de melão

6.4 Conclusões

- Os produtos obtidos a partir da casca apresentaram maiores teores de cinzas, proteínas e fibra alimentar;
- O aproveitamento de cascas e de sobras de polpa de frutos oriundos do processamento mínimo deve ser mais explorado, tendo em vista que estes materiais, desprezados pelas indústrias, poderiam se constituir numa complementação financeira aos empreendedores. Em

especial, a casca do melão e as sobras de polpa constituem boa matéria-prima para a produção de compota, melão glaceado e geléia, respectivamente, sensorialmente aceitável pelos consumidores. Além disso, estes produtos poderão ser mais um alimento alternativo e de baixo custo para a população de baixa renda.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 18th ed. Gaithersburg, 2005. chap. 4; 37; 39, p. 42-43; 7-10; 1.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2003. 238 p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 306 p.

_____. **Química do processamento de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BOTELHO, L. **Avaliação química da casca e cilindro central do abacaxi (*Smooth Cayenne*), visando seu aproveitamento na alimentação humana**. 1998. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CHEFTEL, J.C.; COQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentares**. Zaragoza: Athens, 1989. 346 p.

DREHER, M.L. Food industry perspective: functional properties and food uses of dietary fiber. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C. (Ed.). **Dietary fiber in health & disease**. Minnesota: Eagan Press, p. 467-474, 1995.

FAO. **Los carbohidratos en la nutrición humana**. Roma: Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, n. 66, 1999. 152 p.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. p. 275-414.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos.** 3.ed. São Paulo: IAL, 1985. v. 1.

JACKIX, M.H. **Doces, geléias e frutas em calda.** São Paulo: Ícone, 1988. 172 p.

GOMES, F.P. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M. de F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

HECKTKEUER, L.H.R.; HOLANDA, L.F.F.; GUEDES, Z.B.L.; ORIÁ, H.F.; FIGUEIREDO, R.W. Características físicas e químicas do melão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p. 29-37, 1995.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, Texas, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LI, B.W.; CARDOZO, M.S. Nonenzymatic-gravimetric determination of total dietary fiber in fruits and vegetables. **Journal AOAC International**, Arlington, v. 75, n. 2, p. 372-374, 1992.

LUNA-GUSMÁN, I.; CANTWELL, M.A.; BARRET, D.M. Fresh-cut cantaloupe: effect of CaCl_2 dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 3, p. 201-213, 1999.

MORETTI, C.M.; MACHADO, C.M.M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p. 25-32.

PINTO, S.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia ‘Crimson Sweet’.** 2002. 120 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, Norwich, v. 12, p. 401-413, 2001.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETTA, P.A. **Análise sensorial dos alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987. 182 p.

7 CONSIDERAÇÃO FINAL

Apesar do grande potencial dos produtos minimamente processados, ainda existem muitos problemas na produção e comercialização, tais como falta de embalagens adequadas, de tecnologias para a produção, de educação dos consumidores, de uma adequada cadeia de frio, de legislação sanitária específica, além da significativa quantidade de resíduos orgânicos gerados pela atividade.

Existe também a necessidade de estudos que permitam estabelecer as cultivares mais indicadas, o tipo de preparo e a temperatura de armazenamento que preservem a vida útil por um período maior.

Diante de tantos desafios, este trabalho permitiu expor a possibilidade de se obter melões minimamente processados tratados quimicamente, com qualidade semelhante aos frutos não tratados e boa aceitabilidade pelos consumidores, além de caracterizar o comportamento pós-colheita através das respostas fisiológicas, bioquímicas, microbiológicas e sensoriais.

Alguns problemas, como amarelecimento, pela ação da enzima polifenoloxidase, e a perda da textura, podem ser minimizados através da utilização de película a base de alginato de sódio em melões minimamente processados.

No que diz respeito ao destino dado aos resíduos do processamento mínimo do melão, o aproveitamento de cascas e de sobras dos cortes deve ser mais explorado, tendo em vista que estes constituem boas matérias-primas para a produção de compotas, melão glaceado e geléia. Podendo, estes serem utilizados na alimentação humana como alimento alternativo e de baixo custo, tornando o processamento uma atividade ainda mais rentável.

ANEXOS

ANEXO A – Aspecto dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados no 1º dia de armazenamento refrigerado

ANEXO B – Aspecto dos melões ‘Amarelo’ minimamente processados no 12º dia de armazenamento refrigerado

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa **"Efeito do uso de película comestível, cloreto de cálcio e de ácido ascórbico na conservação do melão amarelo minimamente processado"**, protocolo nº **109/2006**, dos pesquisadores **MARTA HELENA FILLET SPOTO** e **ANA CAROLINA ALMEIDA MIGUEL**, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 15/08/2006.

The Research Ethics Committee of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that project **"Effect of edible coating, calcium chloride and ascorbic acid in conservation of yellow melon minimally processed"**, register number **109/2006**, of **MARTA HELENA FILLET SPOTO** and **ANA CAROLINA ALMEIDA MIGUEL**, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for researching in human subjects and was approved by this committee at 15/08/2006.

Profa. Cecília Gatti Guirado
 Secretária
 CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Jacks Jorge Júnior
 Coordenador
 CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
 Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

ANEXO D – Provadores testando as referências

ANEXO E – Produtos elaborados a partir dos resíduos do processamento mínimo do melão