



**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MAMÃO (*Carica papaya* L.)
MINIMAMENTE PROCESSADO**

RENATA BUENO MIRANDA

2001



51726

W.F.N. 36515

RENATA BUENO MIRANDA

**AValiação DA QUALIDADE DO MAMÃO (*Carica papaya* L.)
MINIMAMENTE PROCESSADO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Fisiologia Pós-Colheita de Produtos Vegetais, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA LIMA

Lavras

Minas Gerais – Brasil

2001

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

Miranda, Renata Bueno

Avaliação da qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado / Renata Bueno Miranda. -- Lavras : UFLA, 2001.

71 p. : il.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Processamento mínimo. 2. Mamão. 3. Cloreto de cálcio. 4. Ácido ascórbico.
5. Peróxido de hidrogênio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.804651

RENATA BUENO MIRANDA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO MAMÃO (*Carica papaya* L.)
MINIMAMENTE PROCESSADO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Fisiologia Pós-Colheita de Produtos Vegetais, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 30 de Março de 2001

Prof. Augusto Ramalho de Moraes

UFLA

Prof^a Mônica Elisabeth Torres Prado

UFLA



Prof. LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA LIMA

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

*Senhor,
Concedei-me a serenidade para aceitar as coisas que não posso modificar;
Coragem para modificar aquelas que posso;
E sabedoria para perceber a diferença.*

(Oração da Serenidade)

DEDICO

À toda minha família, em especial os meus pais,
Edson e Maria do Rosário, pelo esforço
dedicado à minha formação e aos meus sogros,
Arnoldo e Neide, pelo constante apoio.

OFEREÇO

Ao meu marido, Arnoldo, pelo amor, carinho e companheirismo

AGRADECIMENTOS

À Deus, presente em cada passo.

Aos meus pais, Edson e Maria do Rosário e irmãos, Leonardo e Gustavo.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela orientação.

Ao Professor Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela co-orientação, apoio, paciência, e amizade que colaboraram tanto para a concretização deste trabalho.

À Professora Mônica Elisabeth Torres Prado, pelo incentivo, sugestões e amizade.

Ao Chefe do Departamento de Ciência dos Alimentos, Paulo Roberto Clemente, pelas sugestões apresentadas.

À Tina, Sandra, Cidinha, e Eliane pelo apoio nas análises laboratoriais, amizade e apoio durante o curso.

Às professoras Sandra, Rose e Joelma pelo sorriso constante.

À todos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos - DCA.

Aos colegas de curso Ana Carla, Leonora, Juliana, Xisto, Herbert, Hessel, Ellen, Heloísa, Bartolo, Pedro, Simone e todas as pessoas que eu não estou me lembrando agora e que são tão importantes para ajudar a gente a rir de certas situações e a fazer os momentos se tornarem eternos na nossa memória.

Aos amigos Cristina, Guilherme, Renata, Eduardo, Luiz Otávio, Ricardo, Eliane, Gominha, Ângela, Fernanda, Guilherme Jacaré, Doracy e Cirana e à toda turma da confecção, pela paciência, amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspectos gerais	3
2.2 Parâmetros avaliados na escolha do fruto para processamento...	3
2.3 Temperatura de armazenamento do fruto intacto.....	5
2.4 Processamento mínimo.....	6
2.5 Controles fundamentais para a qualidade do produto minimamente processado.....	8
2.5.1 Alterações fisiológicas do produto minimamente processado.....	8
2.5.2 Alterações da qualidade nutricional do produto minimamente processado.....	10
2.5.3 Alterações da qualidade microbiológica do produto minimamente processado.....	11
2.6 Tratamentos químicos utilizados para manutenção do produto minimamente processado.....	13
2.6.1 Cloreto de Cálcio.....	13
2.6.2 Peróxido de Hidrogênio (H ₂ O ₂).....	17
2.6.3 Ácido Ascórbico.....	18
2.7 Embalagem para produtos minimamente processados.....	19
2.8 Temperatura de armazenamento do produto minimamente processado.....	21
2.9 Comportamento físico-químico e químico do produto minimamente processado.....	23
2.9.1 Açúcares, Sólidos Solúveis, Acidez Total Titulável e pH....	23

2.9.2	Vitamina C.....	25
2.9.3	Parede celular.....	26
2.9.3.1	Pectinas.....	27
3	Material e métodos.....	29
3.1	Instalação do experimento e preparo das amostras.....	29
3.2	Preparo das amostras para análise.....	30
3.3	Análises físicas, físico-químicas e bioquímicas.....	31
3.3.1	Firmeza.....	31
3.3.2	Perda de massa.....	31
3.3.3	pH, Acidez Total Titulável (ATT) e Sólidos Solúveis Totais (SST).....	31
3.3.4	Açúcares solúveis totais (AST).....	32
3.3.5	Vitamina C Total.....	32
3.3.6	Pectina Total (PT) e Pectina Solúvel (PS).....	32
3.3.7	Cálcio Total.....	33
3.4	Análise Sensorial.....	33
3.5	Análises Microbiológicas.....	34
3.5.1	Contagem total de bolores e leveduras.....	34
3.5.2	Contagem de coliformes totais e fecais.....	34
3.6	Delineamento experimental e análise estatística.....	34
4	Resultados e Discussão.....	36
4.1	Firmeza.....	36
4.2	Perda de massa.....	36
4.3	Acidez total titulável (ATT), pH e Sólidos Solúveis Totais (SST).....	38
4.4	Açúcares solúveis totais (AST).....	40
4.5	Vitamina C.....	42
4.6	Pectina total (PT) e Pectina solúvel (PS).....	44
4.7	Cálcio Total.....	47
4.8	Análise Sensorial.....	48

4.8.1	Textura	48
4.8.2	Sabor.....	49
4.8.3	Aparência e cor	51
4.9	Análises Microbiológicas.....	52
5	Conclusões.....	54
6	Considerações Gerais	56
7	Referências Bibliográficas.....	59
	Anexos.....	69

RESUMO

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

Visando um melhor aproveitamento, a agregação de valor e o aumento da conveniência para o consumo, tem-se aumentado o interesse pela tecnologia de processamento mínimo de frutas. Este trabalho teve por objetivo testar a possibilidade do uso de mamões papaya na produção de produtos minimamente processados, e para tal foram estudadas as modificações químicas, físicas, físico-químicas, bioquímicas, microbiológicas e sensoriais do mamão tratado com ácido ascórbico (0,5%), peróxido de hidrogênio (1%) e CaCl_2 (1%). O mamão minimamente processado foi armazenado a 6°C e 90% UR durante oito dias e as análises realizadas de 2 em 2 dias. Ao final do armazenamento, o tratamento com CaCl_2 apresentou-se como o mais eficiente na manutenção das características iniciais do fruto, preservando, assim, teores de açúcar, vitamina C, textura, pectina total e solúvel, de forma a retardar a senescência do fruto. O ácido ascórbico fornecido pelo tratamento foi eficientemente absorvido pelos tecidos, mantendo os níveis de vitamina C mais elevados nesses frutos. Considerando a ausência de coliformes, bolores ou leveduras em todos os tratamentos, pode-se concluir que a higienização e sanitização durante o processamento foi fundamental para a qualidade do produto final. Podemos concluir, pelos resultados apresentados, que mamões minimamente processados, tratados com CaCl_2 , demonstraram melhores resultados e uma vida útil de 8 dias. Os demais tratamentos tiveram uma vida útil de 5 dias.

Comitê Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima – UFLA (Professor Orientador), Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA – (Co-orientador).

ABSTRACT

MIRANDA, R.B. Evaluation of quality of papaya (*Carica papaya* L.) minimally processed. Lavras: UFLA, 2001. 71p. (Dissertation of Master in Food Science)

Seeking for a better advantage, an aggregation of value and the increase of convenience for consumption, the interest of minimal processing fruits have been increased. This work had the objective to affirm a possibility of using papaya in the production of minimally processed product and thus the chemical, physical, physicochemical, biochemical, microbiological and sensorial modifications of papaya treated with ascorbic acid (0,5%), hydrogen peroxide (1%), and calcium chloride (1%) were studied. The papaya minimally processed was stored at 6°C and 90 % UR during 8 days and analysis were done in interval of two days. At the end of the storing, the treatment with CaCl₂ showed to be more efficient preserving characteristics as content of sugar, vitamin C, texture, total and soluble pectin delaying the senescence of fruit. The ascorbic acid supplied through treatment was efficiently absorbed by tissue maintaining the level of vitamin C in these fruit. Considering the absence of microorganisms in the whole treatments, we can concluded that during the process hygiene and sanitary practices were fundamentally responsible for quality of final product. The best result was demonstrated by products treated with CaCl₂ with a shelf-life of 8 days. The others had a duration of 5 days.

Guidance Committe: Luiz Carlos de Oliveira Lima – UFLA (adviser),
Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se enfatizado a necessidade do consumo de frutas e hortaliças frescas, buscando-se uma dieta saudável, e ao mesmo tempo há uma demanda crescente de alimentos mais convenientes, frescos, que sejam menos processados e estejam prontos para o consumo. A indústria de alimentos tem respondido a essa demanda. Com o desenvolvimento de técnicas de conservação caracterizadas por um processamento mínimo do produto. Essa tecnologia emergente objetiva satisfazer a necessidade de consumo de frutas e hortaliças frescas, adaptando-se à tendência contemporânea, em que o tempo disponível para o preparo das refeições é limitado. O objetivo da indústria é disponibilizar produtos frescos, prontos para o consumo, com a vida útil aumentada e, ao mesmo tempo, com a qualidade nutricional e sensorial mantida.

O processamento mínimo surge também como uma das principais tecnologias disponíveis e em desenvolvimento para amenizar o problema de perdas pós-colheita, que chegam a valores de 20 a 50% do que é produzido no país. O setor frutícola do país é de grande potencial e importância e o avanço de tecnologias pós-colheita deve acompanhar o aumento na produção para assim diminuir as perdas, agregando valor e aumentando a oferta sob diferentes formas.

Desta forma, para acompanhar o aumento de produção de mamão que vem sendo muito expressivo desde 1997, chegando a um aumento de 50 a 70% na produção (Agrianual, 2001), e utilizar da potencialidade de comercialização deste fruto, ele foi selecionado para este trabalho. O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, responsável por 29% da produção mundial (FAO, 1996).

O objetivo deste trabalho foi estender a vida pós-colheita mantendo a característica de frescor de mamões papaya minimamente processados pelo uso

de uma série de parâmetros de conservação, como: baixa temperatura, embalagem, boas práticas de higiene e sanitização e tratamentos químicos preservativos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

O mamoeiro cultivado comercialmente (*Carica papaya* L.) pertence à família *Caricaceae*, dividida em quatro gêneros, com trinta espécies (Medina et al., 1989). O Brasil destaca-se como o maior produtor de mamão, participando com 37% do montante produzido mundialmente, seguido pelo México, Tailândia, Indonésia, Índia e Zaire (Giacometti, 1987).

A importância da cultura do mamoeiro se deve, principalmente, ao grande aproveitamento dos frutos. Seu excepcional valor nutritivo é devido aos teores de cálcio e de vitaminas A e C em sua polpa. O mamão é considerado uma das mais importantes fontes naturais destas vitaminas, alcançando níveis da ordem de 2.500 U.I/100g para a vitamina A e de 60 mg/100g para a vitamina C em ácido ascórbico (Arriola., Menchú e Rolz, 1976).

2.2 Parâmetros avaliados na escolha do fruto para processamento

Muitos fatores influenciam a qualidade das frutas pré-cortadas, que vão desde as condições edafoclimáticas da região e as práticas culturais, o cultivar utilizado, o ponto de colheita, os métodos de colheita e manuseio, os padrões de inspeção, até a duração e as condições do armazenamento (Alves et al.,2000).

A principal fonte de variação da qualidade de um produto é a sua carga genética, expressa no cultivar. A seleção do mesmo influenciará de maneira decisiva no rendimento, na qualidade, por ocasião da colheita, e na resistência ao armazenamento e distribuição (Alves et al.,2000).

Durante a maturação, os frutos sofrem grandes transformações físicas e químicas que representam um amálgama imenso de processos bioquímicos de

síntese e degradação simultâneas ou seqüenciais, levando à melhoria dos atributos de qualidade, principalmente de pigmentação, textura, sabor e aroma (Tucker, 1993). A indução e a evolução da maturação são etapas controladas durante o ciclo de vida do fruto, no qual enzimas específicas são sintetizadas ou ativadas, disparando ou acelerando os eventos metabólicos específicos. Com a maturação observa-se o aumento de peso, dos teores de açúcares totais e redutores, diminuição da firmeza e da acidez total titulável, desenvolvimento da cor, sabor e aroma (Biale, 1975; Wills et al. 1981).

Segundo Bleinroth e Sigrist (1989), o ponto de colheita do mamão é de vital importância para se alcançar melhor aroma e sabor.

O mamão é uma das culturas mais importantes nos trópicos. Pela sua facilidade e rapidez de crescimento, assim como pelas variedades de uso. O ponto de colheita do mamão geralmente é determinado pelo período após a antese e pela aparência, tendo grande influência o tipo de mercado ao qual o fruto se destina. Visando aumentar a vida útil pós-colheita dos frutos, recomenda-se colhê-los no início de mudança da cor verde para amarela (Ruggiero e Durigan, 1986).

Alguns autores têm relacionado a aparência externa com a qualidade da polpa. De acordo com Akamine e Goo (1977), existe uma relação entre a porcentagem de amarelo da casca e o conteúdo de sólidos solúveis totais da polpa. Até o nível de 80% amarelo, a porcentagem de sólidos solúveis aumenta em relação direta com o amarelo e a partir deste ponto começa a diminuir provavelmente, devido à senescência.

De acordo com Paull e Chen (1997), normalmente, o mamão com 3% da casca amarela possui 11,5% de sólidos solúveis, mas a cor da casca do fruto, que é usada comercialmente para descrever sua maturidade, não é adequada para julgar a sua utilização no processamento mínimo. Em seus trabalhos foi observado que frutos com menos de 60% da casca amarela tinham menor taxa

de produção de etileno depois de 43h de armazenamento do que frutos com mais de 60% da casca amarela. Estes resultados sugerem que a taxa de produção de etileno no último estágio de amadurecimento (60-80% da casca amarela) está relacionada com o climatérico do fruto.

Observou-se, também, que frutos com menos que 25% da casca amarela não possuíam, ainda, a polpa no estado de maciez comestível, e que a porcentagem de polpa no estágio ideal chegava a mais de 60% quando o índice de maturidade alcançava 55%. Frutos com 55-80% de casca amarela foram considerados com o melhor estágio para utilização no processo mínimo.

2.3 Temperatura de armazenamento do fruto intacto

O mamão é um fruto climatérico caracterizado por elevado conteúdo de água, taxa respiratória de alta a muito alta; portanto, elevada produção de calor e estrutura macia facilmente danificável (Kader,1979). Após a colheita ocorrem transformações químicas essenciais ao seu amadurecimento (Biale e Young,1962). A ascensão respiratória caracteriza-se pelo aumento no consumo de oxigênio (O_2) e na liberação de dióxido de carbono (CO_2) e pela produção autocatalítica do etileno (Yang, 1985), que é universalmente reconhecido como o hormônio que inicia e acelera todo o processo de amadurecimento de um fruto climatérico (Abeles et al., 1992).

A vida pós-colheita economicamente útil de um fruto climatérico está diretamente relacionada à sua manutenção na condição pré-climatérica. Dentre os fatores que mais contribuem para que a taxa respiratória seja mais ou menos rápida, destaca-se a temperatura na qual o fruto é conservado (Bleinroth e Sigrist, 1989).

A temperatura ideal de acondicionamento do fruto deve ser identificada para sua melhor conservação. Tanto altas quanto baixas temperaturas são

limitantes à qualidade dos frutos pois aumentam as taxas de todos os processos. Por isso o ideal é que o produto seja mantido, logo após sua colheita, em temperatura baixa adequada para retirada do calor de campo e, desta forma, prolongar sua vida útil.

O abaixamento da temperatura aumenta a vida de prateleira dos frutos, porque reduz os processos fisiológicos pós-colheita (Wills, Lee e Hall.,1981), como a respiração e a biossíntese do etileno, conseqüentemente retardando o amadurecimento. A taxa metabólica deve ser mantida em um nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, porém de forma a preservar a qualidade do fruto durante todo o armazenamento.

A temperatura mínima para o armazenamento do mamão é determinada pela sua susceptibilidade à injúria pelo frio – *chilling*. A temperatura na faixa de 9 a 12°C é geralmente utilizada para o armazenamento do mamão. Sob temperaturas abaixo desses valores os frutos podem manifestar as injúrias provocadas pelo frio, que se caracterizam por escaldadura na casca, áreas endurecidas na polpa ao redor dos feixes vasculares e presença de tecido com textura aquosa na polpa (Balbino,1997).

No mamão, cv. Sunrise, as temperaturas abaixo de 10°C, por período maior que 10 dias, causaram desordens fisiológicas pelo frio (Arriola., Menchú e Rolz, 1976).

2.4 Processamento mínimo

Mudanças no estilo de vida do consumidor brasileiro requerem do mercado maior oferta dos produtos ditos de conveniência, ou seja, prontos para o consumo. Entretanto o consumidor está cada vez mais exigente em relação aos alimentos e produtos que consome, o que obriga o mercado a oferecer produtos de qualidade adequada.

A indústria de alimentos tem respondido a essa demanda com o desenvolvimento de técnicas de conservação caracterizadas por um processamento mínimo do produto. Essa tecnologia emergente objetiva satisfazer a necessidade do consumo de frutas e hortaliças frescas, 100% comestíveis, adaptando-se à tendência atual de pouco tempo disponível para o preparo de refeições. (Vanetti, 2000).

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

E é este o desafio do fisiologista pós-colheita: aumentar a vida útil do produto minimamente processado, preservando as características de frescor de um produto natural.

No processamento mínimo tem-se como produto final um produto natural com suas células rompidas pelas etapas do processo. A ruptura das células vegetais aumenta a taxa de senescência dos tecidos e reduz a resistência à deterioração microbiológica. Os processos que são estimulados pela injúria dos tecidos vão desde a produção de etileno, respiração, escurecimento enzimático e não-enzimático até a perda de nutrientes das células. Isto desencadeia uma redução na qualidade e uma diminuição da vida útil, o que normalmente pode ser esperado para o fruto intacto (Kim e Klieber, 1997).

A vida pós-colheita do produto minimamente processado é afetada por fatores pré-processamento (cultivar do fruto, fatores pré-colheita, colheita, ponto de maturação), por fatores do processo (pré-resfriamento, cortes, limpeza, desinfecção, descascamento, manuseio, banhos, secagem e embalagem), e condições de distribuição (temperatura, umidade relativa e atmosfera) (Kim e Klieber, 1997).

Tratamentos de preservação devem ser utilizados para melhorar a estabilidade do produto minimamente processado durante o armazenamento e

distribuição (Huxsoll e Bolin, 1989). Certamente, um dos grandes desafios desta nova tecnologia é o desenvolvimento de um monitoramento adequado e estratégias regulatórias das modificações sofridas no processamento do fruto (Ronk, Carson e Thompson, 1989).

Entre as tecnologias disponíveis incluem-se vários processos térmicos, embalagens, refrigeração, atmosferas modificada e controlada, técnicas como altas temperaturas/períodos curtos, adição de aditivos químicos, irradiação, etc. Uma boa tática é utilizar a combinação de alguns tratamentos de forma que eliminem os processos degradativos do produto processado a fim de preservar sua qualidade e aumentar sua vida útil.

2.5 Controles fundamentais para a qualidade do produto minimamente processado

2.5.1 Alterações fisiológicas do produto minimamente processado

Frutos e vegetais no estágio de ponto de colheita são mais susceptíveis à consequências da injúria. No ponto de colheita, os tecidos do fruto estão começando a senescência na qual a integridade da membrana e a estrutura celular estão enfraquecendo e os tecidos maduros se tornam extremamente susceptíveis à deterioração induzida pelo estresse e injúrias causadas pelas ações físicas do processamento mínimo (Watada, Abe e Yamuchi, 1990).

A matéria-prima, quando colhida, normalmente tem uma camada protetora, como pele, casca ou outro tipo de superfície, que a protege de danos. No processamento mínimo, esta camada dos frutos é retirada, expondo as células da polpa, que possuem um grande conteúdo de água, ácidos orgânicos entre outras substâncias (King e Bolin, 1989). Já que o produto ainda está

metabolicamente ativo, o processamento mínimo aumenta sua perecibilidade ao causar o rompimento celular e acelera o metabolismo da senescência (Baldwin, Nisperos-Carriedo e Baker, 1995).

As células vegetais, para sua manutenção, estão constantemente fazendo trocas celulares, absorvendo nutrientes e eliminando substâncias indesejáveis. No caso de outros processamentos de alimentos, estas reações de tecido vivo são eliminados através do processo (calor, congelamento, secagem) que mata a célula vegetal, mas no processamento mínimo é fundamental a manutenção destas reações para que o tecido permaneça vivo e não perca as características de frescor (King e Bolin, 1989).

O comportamento do tecido dos frutos que passaram pelo processamento mínimo é semelhante àquele observado em tecidos de plantas que sofreram ferimentos ou foram expostos a condições de estresse. Este comportamento inclui aumento na respiração e na produção de etileno e, em alguns casos, indução do processo de cicatrização do ferimento. Outras conseqüências do ferimento são químicas ou físicas, tais como reações de escurecimento oxidativo 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. Ácidos e enzimas hidrolíticas são liberadas, a produção de etileno aumenta e, conseqüentemente, aumenta a permeabilidade das membranas (Watada, Abe e Yamuchi, 1990). O aumento na respiração é conseqüência do aumento no etileno, que estimula a respiração (Brecht, 1995).

As oxidações ocorrem nas superfícies cortadas como resultado do rompimento nas células, permitindo que substratos e enzimas oxidantes entrem em contato. O escurecimento oxidativo é um dos fatores mais limitantes no

armazenamento da maioria dos frutos e vegetais minimamente processados (Brecht, 1995).

Vários componentes secundários também são formados com a ruptura dos tecidos e estão relacionados com a cicatrização do ferimento ou com a defesa aos ataques de microrganismos. Eles são específicos e dependem da espécie do produto e do tecido envolvido. Em alguns casos, estes compostos podem afetar o aroma, sabor, aparência, valor nutritivo, ou segurança do minimamente processado (Brecht, 1995).

Muitos fatores podem afetar a intensidade da resposta ao ferimento em tecidos minimamente processados. Alguns deles são a espécie e variedade do vegetal, o estágio de maturidade fisiológica, a extensão do ferimento, a temperatura, as concentrações de O₂ e CO₂, a pressão de vapor de água, e vários tratamentos químicos preservativos como o cloreto de cálcio e antioxidantes. (Brecht, 1995).

2.5.2 Alterações da qualidade nutricional do produto minimamente processado

O consumo de frutos ou hortaliças *in natura* ou minimamente processados cresce a cada dia, à medida que o consumidor se informa e se preocupa com os efeitos dos processamentos nos nutrientes do alimento. Existe relativamente pouca informação sobre o armazenamento específico e as técnicas do processamento que têm impacto no valor nutricional de frutos e vegetais (Klein, 1987).

Cada produto, seja fruto ou hortaliça, sofre um determinado grau de manuseio, armazenamento e processo antes de ser consumido. Por acreditar que estas etapas prejudicam a qualidade nutricional do alimento é que produtos

naturais como o minimamente processado estão tendo cada vez mais espaço no mercado (Klein,1987).

Desde o período pós-colheita, a preocupação é com a manutenção da qualidade do produto. Para isso, são estudadas técnicas que o preserve, retardando as mudanças fisiológicas pelo uso, por exemplo, de refrigeração e controle da atividade metabólica através de armazenamento em atmosfera controlada. Muitos pesquisadores acreditam que os nutrientes são menos susceptíveis à destruição do que os atributos sensoriais. Sendo assim, técnicas que preservem os atributos sensoriais de qualidade resultam em boa retenção de nutrientes (Klein,1987)

A estabilidade das vitaminas em alimentos é afetada por vários fatores, incluindo temperatura, luz, oxigênio e pH. Cada nutriente difere consideravelmente em susceptibilidade em condições adversas. Por exemplo, a niacina é bem resistente à maioria das etapas adversas encontradas no processo, incluindo altas temperaturas. Já o ácido ascórbico é extremamente sensível. Por sua susceptibilidade é que pesquisadores sugerem que a perda de vitamina C é um bom indicador do valor nutricional de frutos e vegetais (Klein,1987).

2.5.3 Alterações da qualidade microbiológica do produto minimamente processado

O aumento na demanda por produtos minimamente processados traz um grande desafio para a ciência e tecnologia de alimentos, considerando-se a escassez de informações sobre a manutenção da qualidade desses produtos. O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microrganismos deterioradores e patogênicos, em razão do manuseio e do aumento das injúrias nos tecidos, que podem diminuir a qualidade e o tempo de vida útil do produto por acelerarem mudanças degradativas durante a

senescência (Wiley, 1994). A manutenção da temperatura suficientemente baixa, durante todas as etapas pós-colheita é difícil de ser alcançada. Portanto, precauções adicionais são necessárias para garantir a qualidade do produto e controlar o crescimento microbiano.

Dois problemas básicos dificultam a extensão do tempo de conservação das frutas e hortaliças minimamente processadas. Primeiro, o tecido vegetal está vivo, respirando e várias reações químicas estão ocorrendo no produto. Algumas dessas reações, se não controladas, podem levar a uma rápida senescência e a alterações na qualidade do produto. Segundo, a proliferação microbiana deve ser retardada para garantir a segurança e aceitabilidade do produto. As etapas no processamento mínimo não asseguram a esterilidade ou estabilidade microbiológica do produto. Dessa forma, os microrganismos encontram condições para proliferar (Vanetti, 2000).

Os produtos minimamente processados são mais perecíveis do que aqueles *in natura*. As frutas e hortaliças frescas são parcialmente protegidas da invasão microbiana, por meio da casca, e a sua remoção pode favorecer a disseminação de organismos deterioradores para o interior do produto (Shewfelt, 1986).

Para solucionar este problema, muitas técnicas devem ser colocadas em prática.

A matéria-prima deve ser de excelente qualidade. Medidas preventivas precisam ser adotadas para minimizar a contaminação dos produtos em toda cadeia produtiva. A implantação de um sistema efetivo de controle, por meio do programa de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC), é fundamental para o conhecimento e prevenção da contaminação e do crescimento microbiano em produtos minimamente processados (Vanetti, 2000).

O armazenamento de produtos minimamente processados em condições adequadas é um ponto fundamental para o sucesso dessa tecnologia.

Temperatura, umidade relativa e composição atmosférica no interior da embalagem são condições ambientais que podem ser manipuladas para diminuir a respiração do vegetal e minimizar o crescimento microbiano (Shewfelt, 1986).

O controle da temperatura é a técnica mais útil e importante disponível para minimizar as injúrias provocadas pelo processamento mínimo porque, além de reduzir as reações metabólicas como respiração e produção de etileno (Brecht, 1995), também reduz o crescimento da maioria dos fungos e bactérias (Brackett, 1987).

Outra tecnologia de sucesso para o controle microbiano, que está sendo largamente usada, é a embalagem. A compreensão dos efeitos que os principais gases presentes em embalagens exercem sobre a microbiota do produto é fundamental para prever o comportamento dessa microbiota e, dessa forma, estimar o tempo de conservação do produto (Vanetti, 2000).

Ou seja, para manter o estado “fresco”, a cor, aroma, sabor e textura do fruto *in natura* e controlar as reações do metabolismo e crescimento microbiano, deve-se recorrer à combinação de técnicas que oferecem a maior extensão de vida útil ao produto minimamente processado.

2.6 Tratamentos químicos utilizados para manutenção do produto minimamente processado

2.6.1 Cloreto de Cálcio

Os efeitos do cálcio nos frutos têm recebido especial atenção, visto que as aplicações desse cátion nos frutos ainda no campo produzem efeitos positivos tanto no retardamento da maturação e da senescência, mediante a diminuição da respiração e da produção de etileno no complexo membrana-parede celular,

quanto no controle dos distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos (Awad, 1993).

O cálcio, como um sal clorado, tem grande potencial como um 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 e Sams, 1984).

A importância do cálcio como regulador do amadurecimento de frutos hortaliças tem sido estudada a algum tempo. O cálcio é um macronutriente crítico para o crescimento e desenvolvimento normal das plantas (Poovaiah, 1988). No tecido vegetal, o pectato de cálcio na lamela média atua como um agente cimentante que aumenta a adesão celular. Pelo fato de atuar como estabilizante nestas áreas, o cálcio ajuda a proteger os tecidos do fruto do mecanismo de amaciamento durante o amadurecimento e armazenamento. Efeitos benéficos do cálcio na formação da lamela média e adesão das paredes celulares foram também verificados por Chung e Youn (1995).

O efeito do cálcio nos frutos é extenso, visto que suas mudanças fisiológicas após a colheita são contínuas. O cálcio é a parte crítica da estrutura da parede celular, à qual adiciona rigidez pela formação de ligações cruzadas na matriz polissacarídica péctica. Sams et al. (1993) e Conway, Sams e Watada (1995) observaram que a formação de ligações cruzadas de cálcio entre ácidos urônicos torna a parede celular menos acessível a enzimas que ocasionam o amaciamento, mantendo da firmeza e o aumentando a resistência à invasão por certos microrganismos.

Segundo Poovaiah (1988), a senescência do tecido é influenciada pela degradação dos polímeros pécticos na parede celular, e frutos com maior concentração de cálcio amaciam mais lentamente.

O cálcio é essencial para a síntese de enzimas e para a estrutura macromolecular das membranas celulares, microtúbulos e microfilamentos

(Poovaiah, 1985). A associação do cálcio com a membrana celular, especialmente a ligação dos fosfolípidos com proteínas da membrana, é necessária para manter a integridade da mesma, tornando-a menos permeável à água e controlando as funções associadas a esta. O cálcio é também o principal cátion integral para o conteúdo da proteína-pectina da lamela média entre células vegetais e um “mensageiro secundário” envolvido na manutenção das concentrações micromolar do cálcio citoplasmático em plantas como uma resposta aos sinais do meio ambiente e hormonal (Bicalho, 1998).

O cálcio participa da maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares. Tem-se afirmado que os materiais de parede celular tornam-se menos acessíveis à clivagem por enzimas hidrolíticas, que propiciam grande parte do amaciamento associado com o amadurecimento do fruto, reduzindo também, desta forma, a degradação das paredes celulares por enzimas de origem microbiana e fúngica (Poovaiah, Glenn e Reddy, 1988; Awad, 1993).

Por outro lado, a membrana celular é uma barreira semipermeável que permite à célula vegetal regular seu conteúdo. A fluidez da membrana é influenciada pela temperatura, natureza da cadeia de ácidos graxos e outros agentes como o cálcio. Tem-se constatado que, em condições de deficiência de cálcio ou senescência, esta membrana torna-se mais viscosa e perde sua seletividade para elementos minerais ou outros solutos. Embora outros fatores estejam envolvidos, a perda do cálcio pela lamela média é considerada fator contribuinte para o amaciamento dos frutos (Bicalho, 1998).

A aplicação de solução de CaCl_2 pré ou pós-colheita tem sido usada para aumentar as concentrações de cálcio no fruto, e estes tratamentos podem retardar o amadurecimento e a senescência (Poovaiah, Glenn e Reddy, 1988).

A produção de etileno é estimulada em tecidos deficientes de cálcio e sua adição diminui a taxa respiratória e suprime a produção de etileno. O cálcio

reduz a taxa de respiração limitando a difusão de substrato que se origina do vacúolo para as enzimas que participam da respiração no citoplasma (Rolle, e Chism III, 1987).

Desde que tratamentos pós-colheita tenham o potencial de melhorar o armazenamento comercial do fruto, várias fontes de cálcio devem ser testadas para assegurar um ótimo benefício de armazenamento mantendo a injúria do fruto a um mínimo possível (Beavers et al. 1994).

Estudos têm indicado que tratamento com compostos de cálcio estende a vida de armazenamento de muitos frutos, mantendo de sua firmeza e minimizando a taxa de respiração, a degradação da proteína e a incidência de podridão (Scott e Wills, 1993).

Ferguson e Drobak (1988) enfatizaram que frutos com mesmo conteúdo de cálcio, mas diferentes maturidades ou frutos de diferentes cultivares, com a mesma concentração de cálcio, apresentaram susceptibilidades diferentes.

Em maçãs, o tratamento com cálcio ajudou a reter a firmeza do fruto e a reduzir a evolução do CO₂ e etileno (Conway e Sams, 1984).

Lester (1996), trabalhando com melão, observou que a senescência do fruto é afetada por tratamento com cálcio, que atua na membrana plasmática, possivelmente envolvendo a regulação da composição e do conteúdo de fosfolípidos.

O efeito do nitrato de cálcio (1%) na vida de armazenamento da goiaba *Allahabad Safeda* foi efetivo em minimizar a perda de peso, reduzir a taxa de respiração, a porcentagem de podridão e em manter a qualidade comestível e de venda dos frutos (Singh, 1988).

Bitencourt et al. (1995), estudando morangos tratados com 0,5% e 1% de CaCl₂ e armazenados por 21 dias sob refrigeração e atmosfera modificada, observaram que os frutos mantiveram a aparência externa e não apresentaram contaminação fúngica durante o armazenamento.

2.6.2 Peróxido de hidrogênio (H₂O₂)

Frutos e vegetais minimamente processados estão sujeitos à rápida deterioração por microrganismos e têm grande potencial de infecção por patógenos (Sapers e Simmons, 1998), graças à ruptura dos tecidos e a exudação do líquido celular ocorrida no processo.

O cloro é largamente usado para a sanitização de frutos e vegetais minimamente processados. Entretanto, seu uso tem sido limitado em alguns produtos porque alguns constituintes do alimento podem reagir com o cloro e formar potenciais produtos tóxicos. Conseqüentemente, sua segurança tem sido questionada e futuras restrições ao seu uso fazem surgir o desenvolvimento de alternativas. Alguns pesquisadores têm investigado o uso de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em alimentos minimamente processados (Sapers e Simmons, 1998).

As propriedades antimicrobianas do H₂O₂ têm sido bem reconhecidas. H₂O₂ é um desinfetante de grande importância além de não ser tóxico ao consumidor. Classificado como seguro para o uso em produtos alimentícios como agente branqueador, é agente oxidante e redutor e agente antimicrobiano., mas seu uso é regulado pela FDA (Food and Drug Administration), que determina os níveis a serem utilizados e os resíduos do H₂O₂ que devem ser removidos por apropriados processos físicos e químicos (Sapers e Simmons, 1998).

Vários experimentos utilizando H₂O₂ para aplicações antimicrobianas em alimentos têm sido verificados, incluindo a preservação de frutos e vegetais minimamente processados (Sapers e Simmons, 1998).

O tratamento de produtos minimamente processados com solução de H₂O₂ é mais rápido e fácil de aplicar e controlar comercialmente do que a exposição do produto ao vapor de H₂O₂ utilizado para a assepsia de embalagens (Sapers e Simmons, 1998).

Observações do grau de desenvolvimento de gases na superfície tratada indicam a localização e o nível de atividade da catalase endógena (Sapers e Simmons, 1998).

A principal proposta do tratamento com H_2O_2 é a extensão da vida útil do produto pela redução de organismos deteriorantes da superfície dos produtos (Sapers e Simmons, 1998).

Mões-Oliveira et al.(2000), estudando a influência do H_2O_2 na sanitização do mamão minimamente processado a 0,5% e a 1%, observaram que a concentração de 1% foi mais eficiente para inibição do crescimento de coliformes totais, bolores e leveduras.

2.6.3 Ácido Ascórbico

Em frutas e hortaliças minimamente processadas, existem vários tipos de reações oxidativas nas quais os elétrons são removidos de átomos e moléculas que passam para sua forma reduzida. Essas reações causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perda ou mudanças do sabor e aroma ou odor de produtos, mudanças na textura e perda nutricional devido à destruição de vitaminas A, C, D ou E e de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoléico (Wiley, 1994).

O uso de inibidores do escurecimento em frutas processadas é restrito a componentes que sejam não-tóxicos e não prejudiquem o sabor e aroma do produto. Muitos compostos podem ser usados para reduzir o escurecimento nos alimentos. Um dos mais utilizados é o ácido ascórbico (vitamina C) porque, além de ser muito efetivo na redução do escurecimento, é também reconhecido como seguro, barato e bem aceito pelo consumidor.

O ácido ascórbico reduz o escurecimento causado pelas enzimas PPO (polifeniloxidase), reduzindo quinonas de volta a fenóis antes que eles formem

pigmentos escuros. Entretanto, o ácido ascórbico é consumido no processo e proporciona somente uma proteção temporária contra a descoloração, a menos que seja usado em concentrações muito altas (Gil, Gorny e Kader, 1998). Na remoção do oxigênio dos alimentos, o ácido ascórbico é oxidado para a forma de ácido dehidroascórbico. O ácido ascórbico é um composto redutor moderadamente forte, é de natureza ácida, forma sais neutros com bases, e é muito solúvel em água. É importante adicionar o ácido ascórbico o mais tarde possível durante o processamento para manter os mais altos níveis durante a vida de prateleira do alimento (Carvalho, 2000).

O uso do ácido ascórbico como um antioxidante, além de ser totalmente seguro para o consumo humano, pode aumentar o teor de vitamina C de certas frutas e hortaliças (Préstamo e Manzano, 1993).

Gil, Gorny e Kader (1998), estudando maçãs 'Fuji' fatiadas e tratadas com 2% de ácido ascórbico e armazenadas em atmosfera modificada com baixo nível de oxigênio, observaram que, independente da atmosfera testada, o tratamento com ácido ascórbico reduziu o escurecimento e aumentou a vida útil de maçãs fatiadas, mas somente por um curto período de tempo, uma vez que o ácido ascórbico amolece os tecidos e promove o crescimento de bolores.

2.7 Embalagem para produtos minimamente processados

Inicialmente as embalagens plásticas para frutos e vegetais eram usadas somente para facilitar o manuseio dos produtos comercializados. Em alguns casos, como um segundo benefício, para identificação da mercadoria. Em geral, as embalagens não eram vistas como um fator contribuinte para a qualidade de frutos e vegetais (Barmore, 1987).

Entretanto, com o aumento da procura por alimentos saudáveis, a diminuição de tempo de preparo de refeições e o aumento no poder de compra

do consumidor, houve um aumento no interesse por produtos minimamente processados, e a extensão da vida útil do produto se tornou o objetivo principal (Baldwin, Nisperos-Carriedo, Baker, 1995).

O uso de embalagens oferece uma possibilidade de estender a vida de armazenagem pós-colheita para este tipo de mercadoria, já que cria uma barreira que retarda a perda do sabor e aroma desejável e do vapor de água, enquanto restringe a troca de CO₂ e O₂, criando uma atmosfera modificada (Baldwin, Nisperos-Carriedo, Baker, 1995).

As taxas de transmissão de dióxido de carbono e oxigênio através do filme plástico são essenciais para manter uma atmosfera que envolva o produto e que não cause desenvolvimento de sabor e aroma desagradáveis ou danos fisiológicos em condições de temperatura ideal (Barmore, 1987)

O uso de embalagem não elimina a necessidade de refrigeração, ou a necessidade de um programa efetivo no controle da deterioração, nem retarda todas as mudanças bioquímicas associadas com a senescência dos tecidos. Ela fornece uma razoável segurança de proteção durante o transporte dos produtos, reduzindo os danos mecânicos por abrasão e compressão, ajudando a resguardar a alta qualidade de tais produtos (Wiley, 1994).

Apesar das embalagens poderem potencialmente estender a vida útil, mantendo a qualidade de produto fresco, a segurança e estabilidade do alimento depende, por exemplo, da combinação tempo-temperatura (Cameron, Talasila e Joles, 1995). A temperatura é um fator determinante na taxa de respiração do fruto (Phillips, 1996). A taxa respiratória aumenta significadamente com o aumento da temperatura de armazenamento, podendo criar, dentro da embalagem, uma condição anaeróbica se o produto é colocado em temperaturas elevadas por longo período de tempo (Baldwin, Nisperos-Carriedo, Baker, 1995).

Muitos avanços e inovações em filmes plásticos e equipamentos de embalagem próprios para produtos minimamente processados têm surgido após tantos exemplos dos benefícios que proporcionam a estes produtos (Cantwell,2000). Mas não existem ainda, no mercado, embalagens específicas para cada tipo de produto, o que seria necessário, já que cada um possui um comportamento específico pós-colheita. O que ocorre com frequência é a adaptação de produtos a embalagens já existentes.

A tecnologia da embalagem é indispensável para os produtos minimamente processados. A seleção do material plástico empenha-se em alcançar o equilíbrio entre a demanda por oxigênio (oxigênio consumido pela respiração) e a permeabilidade do material à transmissão de oxigênio e dióxido de carbono. Muitos fatores devem ser considerados na escolha da embalagem: a taxa de respiração, o corte, a quantidade do produto e a desejável concentração de O₂ e CO₂ (Cantwell,2000).

2.8 Temperatura de armazenamento do minimamente processado

As conseqüências fisiológicas do minimamente processado são inúmeras e indesejáveis. A injúria mecânica provocada pelo processo acarreta uma série de eventos que resultam na perda de qualidade (cor, textura ,sabor e aroma). O controle das respostas do tecido ferido é o maior obstáculo a ser vencido para prolongar a vida pós-colheita de frutas e hortaliças minimamente processados (Rolle e Chism III, 1987).

Muitos fatores pré e pós-processamento influenciam na manutenção da qualidade e vida-de-prateleira do minimamente processado (Schlimme, 1995). Dentre estes, o controle da temperatura é o fator mais importante utilizado para minimizar os efeitos dos tecidos feridos nas frutas e vegetais minimamente processados (Brecht,1995). Baixas temperaturas são necessárias na redução da



taxa de respiração, para retardar o crescimento microbiano e reduzir deteriorações como escurecimento e amaciamento no produto minimamente processado (Cantwell,2000).

As reações metabólicas nos frutos e vegetais são reduzidos de duas a três vezes por cada 10°C de redução na temperatura. O aumento na respiração e na taxa de produção de etileno, tanto quanto outras reações associados com a ruptura dos tecidos, é minimizado quando o produto fresco é processado em baixas temperaturas. É fundamental que seja mantido o nível mais baixo e seguro da temperatura durante todo o manuseio. Baixas temperaturas durante o transporte, armazenamento e venda retardam o amadurecimento e outros processos metabólicos, reduzindo a deterioração (Brecht,1995).

A determinação da temperatura ideal de armazenamento do produto deve ser monitorada e estudada para a sua segurança e qualidade (Marth, 1998). Frutos e vegetais são muito diversos fisiologicamente e respondem a baixas temperaturas de maneiras variadas.

Em geral, estes produtos são armazenados a 0-5°C para manter sua qualidade, segurança e vida útil (Cantwell,2000).

De acordo com Paull e Chen (1997), baixas temperaturas reduzem a produção de etileno em mamão minimamente processados, tanto fatiados, quanto sem sementes. Temperaturas maiores que 4°C proporcionam uma maior deterioração fisiológica e crescimento microbiano em melões, abacaxis e mamões.

Teixeira et al. (2000), testando temperaturas de 3° C, 6°C e 9°C no armazenamento de mamão 'Formosa' minimamente processado, verificaram que a temperatura que melhor conservou a umidade dos pedaços foi a de 6°C.

Oliveira Júnior et al. (2000), avaliando a qualidade de mamão *Carica papaya* L. minimamente processado armazenado a temperaturas de 5°C e 10°C, concluiu que a temperatura de 5° C é a mais adequada para o armazenamento.

O sucesso desta nova indústria depende da conscientização dos novos empresários de que estes produtos não são apenas matéria-prima, mas são tecidos vivos que respiram e a variação de temperatura durante a estocagem, distribuição e comercialização é um problema grave. Infelizmente, essa fase final da cadeia de frio no Brasil ainda é problemática e é muito difícil encontrar, nos pontos de comercialização, temperaturas menores de 6°C.

2.9 Comportamento físico-químico e químico do minimamente processado

2.9.1 Açúcares, sólidos solúveis, acidez total titulável e pH

Um importante atributo associado à qualidade dos frutos é o teor de açúcares. O conteúdo e a composição de açúcares têm papel fundamental no sabor, sendo também indicadores do estágio de amadurecimento dos frutos. Essa composição pode variar entre cultivares e na mesma cultivar, dependendo das condições climáticas, da fertilidade do solo, da época do ano, do estágio de maturação e da porção do fruto de onde é retirada a amostra (Arriola et al., 1980). Os açúcares desempenham um importante papel na maturação característica do mamão e também na avaliação comercial da qualidade do fruto fresco e de seus produtos processados.

O aumento no conteúdo de açúcares é uma das mais importantes transformações bioquímicas que ocorrem no mamão durante a fase de maturação. No desenvolvimento dos frutos, a concentração de açúcar total aumenta ligeiramente e acentua-se rapidamente com o início do amadurecimento (Chan Jr. et al., 1979).

Segundo Bleinroth e Sigrist (1989), os mamões não devem ser colhidos com menos de 11,5% de sólidos solúveis totais (SST) no suco. Segundo Chitarra

e Chitarra (1990), o teor de açúcares nos frutos normalmente constitui 65 a 85% do teor de sólidos solúveis.

Aziz, El-Nabawy e Zaki (1976), pesquisando o mamão durante as mudanças sazonais, observaram que a polpa dos frutos continha 8% de açúcares redutores. Eles demonstraram, também, que existe um aumento gradual na porcentagem de sólidos solúveis (SS) do início do desenvolvimento até a colheita.

Akamine e Goo (1977), estudando a relação entre o desenvolvimento superficial da cor e o total de sólidos solúveis em mamão, verificaram que; para os frutos atingirem o mínimo de sólidos solúveis, teriam que apresentar a superfície com 6% de coloração amarela, sendo que, para o cultivar Solo, o máximo de sólidos solúveis ocorre quando o fruto apresenta em torno de 33% de superfície amarelada.

No mamão, o teor de sacarose, que é baixo antes do início do amadurecimento (15% do açúcar total), aumenta rapidamente após 110 dias de antese, atingindo aproximadamente 80% do teor de açúcar total, em contraste com o teor de glicose, que tende a declinar de 65% para aproximadamente 20% neste mesmo período. A partir daí o processo se altera, com queda na concentração de sacarose e aumento nos teores de glicose e frutose, indicando que a sacarose é hidrolisada para açúcares simples (Chan Jr. et al., 1979).

Aziz, El-Nabawy e Zaki (1976) demonstraram que as mudanças no conteúdo de açúcares totais em mamão exibiram quase uma tendência similar durante o crescimento do fruto. Segundo os autores, o conteúdo de açúcar foi caracterizado por um baixo valor no estágio inicial de crescimento dos frutos, seguido por um aumento gradual até alcançar seu máximo na época da colheita.

Draetta et al. (1975) verificaram que mamões do cultivar Solo apresentam uma variação de pH entre 4,8 a 5,8 durante o amadurecimento.

Em pesquisa com mamão cv. Thailand durante o crescimento e desenvolvimento, Selvaraj e Pal (1982) concluíram que, comparada a outras polpas de frutos, a acidez total titulável (AT), como medida de todos os grupos ácidos neutralizados, foi consideravelmente baixa no mamão durante a ontogenia. A acidez decresceu gradualmente até o 130º dia do crescimento do fruto e então permaneceu no mesmo nível. Este baixo conteúdo de acidez e tanino talvez explique o agradável sabor doce do mamão.

Segundo Chan Jr. et al. (1979), o teor de ácidos orgânicos no mamão é baixo, apresentando valores na faixa de pH de 4,5 a 6,0. Estes pesquisadores, trabalhando com cromatografia de camada delgada, observaram que os principais ácidos orgânicos que surgem durante a maturação do mamão são o cítrico e o málico, sendo que este último decresce em teor à medida que se verifica a maturação. Neste mesmo trabalho ainda foram identificados os ácidos galacturônico, tartárico, alfa-cetoglutárico e ascórbico.

Segundo Aziz, El-Nazawy e Zaki (1976), o mamão contém 0,6% de acidez, quando realizada por titulação com NaOH. Wills e Widjanarko (1995), trabalhando com mamão maduro, mantido a 20, 25 e 30º C, obtiveram valores de acidez total titulável de 0,84, 1,16 e 1,37 meq/100g, respectivamente.

Pesquisas realizadas por Arriola, Madrid e Rolz (1975), observando a maturação de mamões à temperatura ambiente (24ºC), verificaram que a acidez total titulável (AT) aumentava e somente decrescia quando os frutos já estavam senescentes.

2.9.2 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico do fruto depende de muitos fatores incluindo cultivar, estágio de maturação, meio de crescimento, estação e a acidez do fruto.

A duração e condições de armazenamento pós-colheita influenciam o teor de ácido ascórbico mesmo antes do processamento (Bicalho, 1998).

Os frutos e vegetais são fontes importantes de nutrientes dietéticos em muitos países em desenvolvimento. Os frutos tropicais são particularmente importantes devido a seu teor de vitamina C. Exemplo disso é que 100g de polpa de mamão fornecem 84 mg de vitamina C, o que representa 40% acima do recomendado pela US Recommended Daily Allowance. Uma grande proporção da produção de fruto tropical é consumida localmente e torna-se uma contribuição substancial de ingestão de ácido ascórbico para a população local. Medidas pós-colheita apropriadas podem ser tomadas para otimizar a disponibilidade desta fonte natural e abundante (Islam, Colon e Vargas, 1993).

Os teores de ácido ascórbico para mamão, segundo Islan, Colon e Vargas (1993), estão entre 88,1 – 117,8 mg.100⁻¹g polpa. Pal et al. (1980), avaliando a composição físico-química de várias cultivares de melão, encontraram de 46,6 a 125 mg.100⁻¹g polpa; e trabalhando com diferentes cultivares de mamão, encontraram até 117,1 mg.100⁻¹g polpa. Segundo Paull e Chen (1987), o teor de ácido ascórbico aumenta 3 vezes durante o amadurecimento do fruto.

2.9.3) Parede celular

A parede celular das plantas possui muitas funções, dentre as quais as mais conhecidas são: conferir força mecânica e forma à célula, além de rigidez a toda planta e órgão; controlar o crescimento celular por enfraquecimento seletivo da parede; proteger contra o ataque de patógenos e predadores e participar na comunicação entre células (Brett e Waldron, 1990).

O amadurecimento dos frutos envolve tipicamente o amaciamento da polpa. Isto é causado pelas mudanças na parede celular dos frutos e, de certa

forma, está bem estabelecido que a degradação da parede celular está envolvida neste amaciamento (Bicalho, 1998).

A parede celular é composta de duas fases: uma microfibrilar, composta pela celulose, e uma matriz ou fase não-cristalina, composta por pectinas, hemicelulose, proteínas e compostos fenólicos (Brett e Waldron, 1990).

2.9.3.1 Pectinas

Segundo a nomenclatura adotada pela “American Chemical Society”, as pectinas ou ácido pectínicos designam aqueles “ácidos poligalacturônicos que contêm quantidade de metil ésteres e grau de neutralização variáveis, que mostram propriedades coloidais e são capazes de formar, sob certas condições, géis com açúcares e ácidos”. Já os ácidos pécticos são ácidos poligalacturônicos de natureza coloidal, mas essencialmente livres de grupos metil-éster (Silva, 1995).

A função principal da pectina em vegetais é a coesão, por meio de numerosas pontes cruzadas de cálcio (Ca^{2+}) formadas entre moléculas pécticas adjacentes (Bicalho, 1998).

As substâncias pécticas são compostas por uma variedade de polímeros como as arabinanas, galactanas ou arabinogalactanas, as chamadas pectinas neutras, todas elas estruturalmente diferentes. As pectinas acídicas são compostas de ramnogalacturonanas e homogalacturonanas. As ramnogalacturonanas consistem basicamente de cadeias de resíduos de ácido galacturônico em ligações α -(1→ 4) com ramificações de ramnose (Bicalho, 1998).

De acordo com Brett e Waldron (1990), em mamões ainda não se tem definida a relação direta da atividade da celulase no amaciamento da polpa. Os autores sugerem que tais mudanças na atividade da celulase, bem como de

outras enzimas envolvidas no amadurecimento dos frutos, estariam sendo influenciadas pela produção de etileno durante este período.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação do experimento e preparo das amostras

Frutos do mamoeiro (*Carica papaya L.*), cultivar *Improved Sunrise Solo* tipo exportação, foram obtidos no comércio local, oriundos de cooperativas do Norte de Minas.

Os frutos no estágio de maturação de $\frac{1}{4}$ da casca amarela foram selecionados no local da compra e levados até a ante-câmara do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG. Os frutos, depois de lavados com detergente neutro e desinfetados com hipoclorito de sódio (200mg.l^{-1}) por 5 minutos, foram armazenados a 12°C (85% a 90% UR) em câmara fria, por uma noite. Este período de pré-resfriamento é para retirada do calor de campo e, assim, melhorar a resposta do fruto ao corte.

Após este período, o fruto teve suas extremidades descartadas para utilização da parte com maturação mais uniforme. Em seguida foi fatiado, descascado, suas sementes eliminadas e a polpa cortada em pedaços de tamanho aproximado de 2×3 cm.

Este preparo foi realizado em câmara fria a 12°C , sob condições higiênicas, com todos os balcões, utensílios e contentores plásticos lavados cuidadosamente e desinfetados com hipoclorito de sódio (200mg.l^{-1}) e o operador devidamente protegido com luvas, gorro, máscara e avental.

Os pedaços eram, então, imersos nas soluções que correspondiam aos tratamentos por 2 minutos, drenados por 3 minutos e logo depois, acondicionados em embalagens rígidas tipo PET, transparentes, com tampa. Em cada embalagem continha aproximadamente 120g de frutos.

Foram utilizados os seguintes tratamentos:

1- Controle: água pura

2- Ácido ascórbico 0,5%

3- Peróxido de hidrogênio 1%

4- Cloreto de cálcio 1%

A água utilizada para a realização dos tratamentos encontrava-se autoclavada e à temperatura de armazenamento do fruto, ou seja, 12°C.

As embalagens foram desinfetadas com hipoclorito de sódio na concentração de 200mg.l⁻¹ e mantidas dentro da câmara fria até o momento de montagem do experimento.

O armazenamento do fruto minimamente processado foi realizado a 6°C, por já ter sido identificada, através de uma série de pré-testes desenvolvidos pela nossa equipe, como a melhor temperatura para manutenção das características de qualidade do produto fresco.

3.2 Preparo das amostras para análise

O dia de preparo das amostras foi considerado tempo zero e amostras de cada um dos tratamentos e suas devidas repetições foram coletadas, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas no freezer a -18°C para posteriores análises químicas. O mesmo procedimento foi repetido a cada 2 dias, por um período de 8 dias.

Nos mesmos dias também foram coletadas as amostras necessárias para a realização das análises microbiológicas.

3.3 Análises físicas, físico-químicas e bioquímicas

3.3.1 Firmeza do fruto intacto

Para a análise de firmeza foi utilizado o mamão intacto com o objetivo de determinar o ponto ideal de uso do fruto para o processamento mínimo. Foram utilizados dez frutos selecionados com o mesmo estágio de maturidade de $\frac{1}{4}$ maduro (análise subjetiva) para que com a análise de firmeza fosse identificado o valor objetivo que correspondesse a esse estágio de maturidade. A textura da polpa foi determinada com um penetrômetro McCormick, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm em regiões equatoriais (4 determinações por fruto), após a retirada da casca (espessura, 1 mm). Os resultados foram convertidos para Newton (N) e multiplicados pelo fator 4,4482. Quanto maior o valor, mais firme o fruto.

3.3.2 Perda de massa

Para determinação da porcentagem de perda de massa, do mamão minimamente processado foi considerada a diferença entre o peso inicial do fruto e aquele obtido a cada intervalo de tempo da amostragem. Foi utilizada uma balança semi-analítica Mettler modelo PC 2000.

3.3.3 pH, Acidez total titulável (ATT) e Sólidos solúveis totais (SST)

A polpa congelada foi triturada em homogeneizador de tecidos na proporção 1:5 (polpa:água) e filtrada para as avaliações de pH, sólidos solúveis e acidez total titulável.

A partir de parte do extrato determinou-se o conteúdo de sólidos solúveis em refratômetro digital Ataga PR-100, com compensação de

temperatura automática a 25°C, e estes foram expressos em ° Brix, segundo a AOAC (1992).

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

A acidez total titulável foi determinada por titulação (diluição 1:5) com NaOH 0,01N de acordo com técnica AOAC (1992) e expressa em % de ácido cítrico/100g de polpa.

3.3.4 Açúcares solúveis totais (AST)

Os açúcares solúveis totais foram extraídos com álcool etílico a 80% e determinados pelo método de Antrona (Dishe, 1962). Os resultados foram expressos em g de glucose por 100g de polpa.

3.3.5 Vitamina C Total

O conteúdo de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidrascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado. Os resultados foram expressos em mg/100g de polpa.

3.3.6 Pectina total (PT) e Pectina solúvel (PS)

As pectinas, total e solúvel, foram extraídas segundo a técnica descrita por McCready e McComb (1952) e determinadas colorimetricamente segundo Bitter e Muir (1962), sendo os resultados expressos em mg de pectina por 100g de polpa.

3.3.7 Cálcio total

A polpa, depois de liofilizada, triturada e homogeneizada, teve o conteúdo de cálcio total determinado, após digestão nitroperclórica, por espectrofotometria de absorção atômica, conforme metodologia estabelecida por Sarruge e Haag (1974), sendo os resultados expressos em % de cálcio na matéria seca da polpa.

3.4 Análise sensorial

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Os frutos minimamente processados foram avaliados por um grupo de 8 julgadores treinados, selecionados de uma equipe de 20 provadores.

Foram utilizadas duas fichas de avaliação, sendo uma para sabor e textura e outra para aparência e cor, utilizando-se uma escala hedônica de 9 pontos, em que 9= ótima; 8= muito boa; 7= moderadamente boa; 6= ligeiramente boa; 5= indiferente; 4= ligeiramente ruim; 3= moderadamente ruim; 2= muito ruim; 1= péssima.

O treinamento e os testes definitivos de sabor e textura foram realizados em cabines individuais, usando-se luz vermelha para mascarar a cor das amostras. Os tratamentos eram os mesmos usados para as análises químicas, acompanhando os resultados de acordo com o tempo de armazenamento. Os julgadores recebiam 4 amostras, simultaneamente, em pratos codificados.

Para o teste de cor e aparência, foi utilizada uma cabine especial de cor branca com 4 lâmpadas fluorescentes de 40 watts. Essas amostras eram distribuídas em placas de petri codificadas.

Para o teste de cor e aparência, foi utilizada uma cabine especial de cor branca com 4 lâmpadas fluorescentes de 40 watts. Essas amostras eram distribuídas em placas de petri codificadas.

3.5 Análises microbiológicas

As amostras para as análises microbiológicas foram coletadas e analisadas a cada dois dias, num total de oito dias. Eram coletados 25 gramas de amostra de cada tratamento e estas eram colocadas em água peptonada (1%) estéril.

Cada amostra era, então, diluída em 225 ml de água peptonada para posterior diluições seriadas para a inoculação dos meios de cultura para análise.

3.5.1 Contagem total de bolores e leveduras

Utilizou-se o meio Batata Dextrose Agar (BDA) acidificado com ácido tartárico a 3,5% para evitar crescimento de bactérias. Após a inoculação, as placas de petri foram armazenadas à temperatura ambiente por 5-7 dias.

3.5.2 Contagem de coliformes totais e fecais

Foi utilizado o meio de cultura Lauryl Sulfato Triptose (LST) em série de 3 tubos para cada amostra em suas diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . Cada tubo utilizado para a análise continha o tubo de Durhan invertido. Todas as amostras foram incubados a $35-37^{\circ}\text{C}$ por 48 horas.

Os resultados das várias características avaliadas foram submetidos à análise de variância e a análise de regressão, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão. Os modelos de regressão polinomial foram selecionados com base na significância do teste de F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Firmeza

É fundamental a caracterização dos frutos utilizados no experimento. O mamão é um fruto que amadurece com muita rapidez e demanda um manuseio especial já que normalmente é transportado por grandes distâncias entre o centro produtor e o centro consumidor (Balbino, 1997).

O uso da cor da casca como parâmetro indicador do estágio de maturação do mamão é uma prática subjetiva e muito sujeita a erros já que o mamão amadurece de dentro para fora e a cor da casca nem sempre reflete a condição da polpa.

Para melhor identificação do ponto de maturidade do fruto utilizado no processamento mínimo deste experimento foram utilizados 10 frutos e as determinações da firmeza da polpa realizadas com o auxílio de um penetrômetro. Os frutos apresentaram uma média de firmeza de 26,5 N .

A firmeza da polpa do mamão papaya é desuniforme, por isso, torna-se difícil definir uma faixa ideal de textura (Bicalho, 1998).

4.2 Perda de massa

A interação tempo de armazenamento e tratamentos apresentou efeito significativo sobre a perda de massa. Em geral os tratamentos apresentaram perda de massa crescente no decorrer do tempo 9 (figura 1). O tratamento com CaCl_2 foi o que apresentou maior perda de massa, demonstrando não ser efetivo neste parâmetro.

Em concordância com o presente trabalho, Vasconcelos (2000) trabalhando com caquis do cultivar Fuyü, também, observou que o cálcio não foi

importante na preservação da umidade de seus frutos, e sim na presença de embalagem. Bicalho (1998), trabalhando com mamão, observou que frutos tratados apenas com CaCl_2 mostraram-se mais susceptíveis à perda de massa que os demais tratamentos utilizados. Observou também que a embalagem foi o tratamento que tomou mais eficiente a retenção de água pelo fruto.

Segundo Bicalho (1998), quando o tratamento é eficiente e praticável do ponto de vista econômico, o processo de perda de massa do fruto é atenuado e não prejudica a qualidade do mesmo, prolongando sua vida pós-colheita

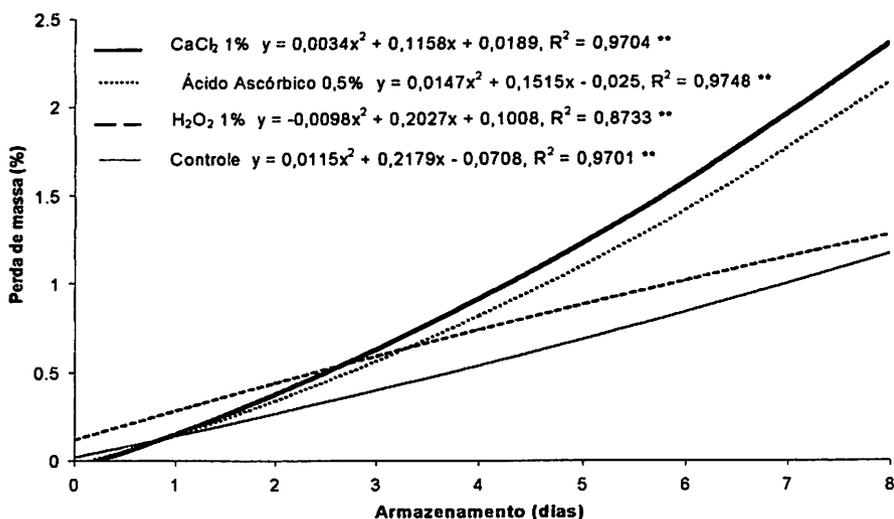


FIGURA 1 Representação gráfica e equações de regressão para perda de massa de mamões minimamente processados, em função do tempo de armazenamento, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico 0,5%, peróxido de hidrogênio 1%, cloreto de cálcio 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C , 90% UR), durante 8 dias.

Em mamões, as perdas de massa que ultrapassam 5% conduzem a murchamento e deformações nos frutos (Wills et al., 1981). Nenhum dos tratamentos utilizados neste experimento apresentou perda de massa maior que 2,5% e também não apresentaram murchamento.

A perda de massa se relaciona à perda de água, causa principal da deterioração, resultando não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência, nas qualidades texturais e na qualidade nutricional (Kader, 1992)

Em frutas minimamente processadas, a perda de umidade reduz a qualidade sensorial, causando murchamento, enrugamento e perda de turgidez (Lima, 2000). Ela é função do tempo de armazenamento e da transpiração. A perda de massa é um dos principais fatores na vida de armazenamento de muitos produtos hortícolas, podendo antecipar a maturação e a senescência de frutos tropicais (Yang e Hoffman, 1984).

4.3 Acidez total titulável (ATT), pH e sólidos solúveis totais (SST)

A ATT não apresentou ser afetada pelo tempo de armazenamento e os tratamentos já que não foi observada nenhuma diferença significativa entre estes dois fatores. Durante o período de armazenamento, a ATT apresentou oscilação.

O teor de ácidos orgânicos em mamão é baixo, predominando os ácidos málico e cítrico em quantidades iguais, seguidos do α -cetoglutárico em menor teor, os quais, juntamente com o ácido ascórbico, contribuem com 85% do total de ácidos nesse fruto (Chan Jr. et al., 1971).

Na maioria dos frutos é comum observar a redução de acidez durante a maturação devido ao uso de ácidos orgânicos como fonte de energia (Wills, Lee e Hall, 1981). E isso se torna bem evidente quando acompanha o comportamento de acidez do fruto desde a colheita até seu completo amadurecimento.

Entretanto no caso do experimento em que foi usado um fruto de baixa acidez, no ponto de maturação de consumo e armazenado sob condições refrigeradas por período curto, era esperado que a variação de acidez fosse não significativa.

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, que no mamão é o ácido cítrico. O valor médio para a ATT, aqui obtido, foi de 0,53%. Nakasone (1988) e Carvalho et al. (1993) encontraram valores médios de 0,54% e 0,72%, respectivamente

Durante o armazenamento do mamão, não se verificou alteração significativa do pH independente do tratamento, confirmando resultados obtidos por Akamine e Goo (1971), que não encontraram diferença significativa para o pH da polpa de mamão em diferentes estádios de amadurecimento.

Neste trabalho, os frutos tratados apresentaram uma faixa de pH de 5,1 – 5,5. Já que não foi uma oscilação significativa, esta provavelmente se deve a pequenas diferenças existentes de fruto para fruto e até mesmo dentro do mesmo fruto, ou mesmo, um erro experimental.

O nível de ácidos orgânicos no mamão é notadamente baixo e a parte comestível tem uma faixa de pH situada entre 5,0-5,5, no purê do fruto maduro (Seymour, 1993).

Em relação aos teores médios de sólidos solúveis totais, os tratamentos não afetaram significativamente seus teores durante o armazenamento. Pode-se inferir que o teor de sólidos solúveis não foi uma característica sensível aos tratamentos aplicados. Como o mamão possui baixos teores de amido, este não seria suficiente para alterar o conteúdo de carboidratos solúveis totais, mantendo, desta forma sem alteração o teor de SST.

O teor de sólidos solúveis é influenciado por muitos fatores pré-colheita e pós-colheita, sendo considerado um bom indicador da quantidade de açúcares totais, bem como de seu ponto de amadurecimento.

O valor médio 10,7 % encontrado está dentro da faixa proposta por Honório e Rocha (1988), de 8-11 ° Brix em frutos de vez e 11-14° Brix para frutos maduros.

A redução na atividade respiratória, promovida pelos tratamentos químicos de preservação, pela refrigeração e pela atmosfera modificada, pode ser a principal responsável pela baixa variação das características de pH, acidez e sólidos solúveis durante o armazenamento, encontradas neste trabalho.

4.4 Açúcares solúveis totais (AST)

Houve efeito significativo na interação tempo de armazenamento e tratamentos sobre a determinação de AST. Apesar de todos tratamentos apresentarem semelhante comportamento, o cloreto de cálcio apresentou maior manutenção da concentração de açúcares solúveis totais.

Em geral, entre o terceiro e o quarto dia de armazenamento das amostras de todos os tratamentos, ocorreu um aumento na concentração de AST nos frutos. Isto provavelmente deu-se pelo aumento do metabolismo induzido pelo estresse das etapas do processamento mínimo. A partir do quarto dia, as diferenças entre os tratamentos se tornam mais acentuadas. A partir daí, o fruto começa a entrar num processo de catabolismo e os tratamentos de preservação demonstram sua eficiência em relação ao controle na manutenção do fruto (figura 2).

A mudança bioquímica mais significativa do mamão está relacionada ao metabolismo de carboidratos. As modificações nos teores 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 (Bicalho, 1998). Este processo é muito acelerado com o descasque, o fatiamento

e as outras etapas do processamento mínimo. Esse estresse possivelmente justifica o aumento na concentração de AST observado até o quarto dia de armazenamento.

Observamos que na segunda metade do armazenamento, ocorreu uma redução nos teores de açúcares. A ação física do processamento mínimo induz à produção de etileno e a um aumento na respiração que utilizam os substratos de reserva. Levando o fruto à senescência (Brecht, 1995).

Este consumo dos açúcares, além de ser devido a um aumento na taxa respiratória dos frutos, pode também ter sido ocasionado pelo consumo do açúcar para metabolização de outros elementos, como, por exemplo, a pectina, que pode ter sido sintetizada “de novo” e sua concentração aumentada pelo processo do *turnover*.

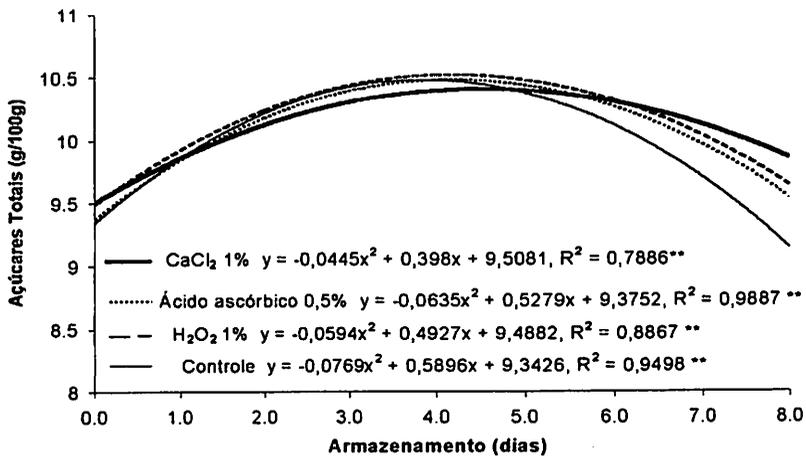


FIGURA 2 Representação gráfica e equações de regressão para açúcares solúveis totais de mamões minimamente processados, em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico 0,5%, peróxido de hidrogênio 1%, cloreto de cálcio 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90% UR), durante 8 dias.

Chan Jr., Hibbard e Goo (1979), atribuíram a queda na concentração de açúcares totais, que ocorre no período de senescência do fruto, à alta conversão de sacarose em açúcares simples .

Os frutos tratados com CaCl_2 foram os que apresentaram o menor consumo do açúcar na fase de catabolismo, mostrando ser o CaCl_2 eficiente na manutenção da estrutura do fruto, mantendo, com isso, as características iniciais do mesmo.

4.5 Vitamina C

Pela análise de variância, verificou-se que ocorreu interação significativa dos tratamentos com o período de armazenamento para a vitamina C ($p < 0,01$).

Os cubos de mamão tratados com cloreto de cálcio praticamente não apresentaram variação no teor inicial de vitamina C durante os oito dias de armazenamento (Figura 3). De acordo com Klein (1987), condições que preservem a integridade física de frutos e hortaliças e que mantenham as boas características sensoriais do produto também preservam os nutrientes nestes produtos. Com isso, avaliamos a importância do cálcio na manutenção do teor de vitamina C no mamão.

As amostras tratadas com ácido ascórbico apresentaram teores mais elevados de vitamina C comparadas aos demais tratamentos, indicando que houve absorção do ácido pelo fruto.

Os teores de ácido ascórbico para mamão, segundo Islam, Colon e Vargas (1993), estão entre 88,1 – 117,8 $\text{mg} \cdot 100^{-1}$ g. Pal et al.(1980), trabalhando com diferentes cultivares de mamão, encontraram até 117,1 $\text{mg} \cdot 100^{-1}$ g de vitamina C.

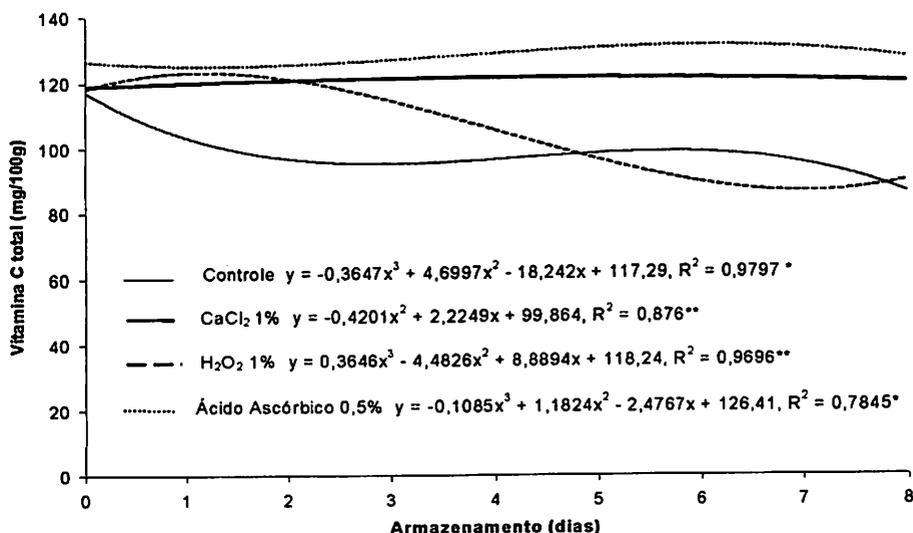


FIGURA 3 Representação gráfica e equações de regressão para conteúdo de vitamina C total de mamões minimamente processados, em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico a 0,5%, peróxido de hidrogênio a 1% , cloreto de cálcio a 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90% UR), durante 8 dias.

O teor de vitamina C do fruto depende de muitos fatores, incluindo cultivar, estágio de maturação, práticas culturais, estação e a acidez do fruto (Roig, Rivera e Kennedy, 1993).

O mamão é uma importante fonte de vitamina C, já que 100g de polpa de mamão fornecem 84 mg de vitamina C. Esta quantidade representa 40% acima da quantidade de vitamina C recomendada pela *US Recommended Daily Allowance* para ser ingerida diariamente. Medidas pós-colheita apropriadas podem ser tomadas para otimizar a disponibilidade desta fonte natural e abundante (Islam, Colon e Vargas, 1993).

4.6- Pectina total (PT) e Pectina solúvel (PS)

A variável pectina total apresentou interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento ($p < 0,01$). Foi observado um aumento na concentração de pectina total em todos os tratamentos em função do tempo de armazenamento conforme figura 4. Em média, esse aumento foi cerca de 10%. Nota-se que até 4 dias de armazenamento, o comportamento dos tratamentos foi bastante semelhante e, que após este período, houve uma tendência de aumento dos teores de pectina total e também, com uma diferenciação maior entre os tratamentos.

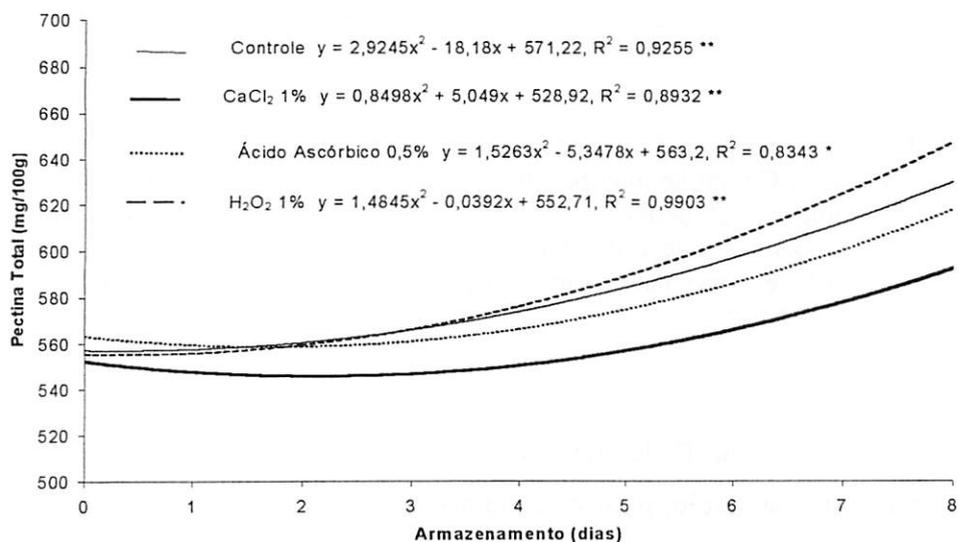


FIGURA 4 Representação gráfica e equações de regressão para conteúdo de pectina total de mamões minimamente processados, em função do tempo, e submetido a diferentes tratamentos (ácido ascórbico 0,5%, peróxido de hidrogênio 1%, cloreto de cálcio 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90% UR), durante 8 dias.

Bicalho (1998), trabalhando com pós-colheita de mamão, utilizando cálcio e embalagem PVC, também observou o mesmo comportamento em todos os seus tratamentos. Vasconcelos (2000), trabalhando com caquis cultivar Fuyu, observou um aumento no teor de pectina total durante o armazenamento.

Possivelmente, este fato ocorreu devido a um *turnover* durante o amadurecimento do fruto, no qual predominou a síntese de pectinas em resposta à injúria sofrida pelo fruto no processamento. Neste *turnover* teria havido, então, a formação de pectina pelo consumo de glicose, que é a precursora da pectina.

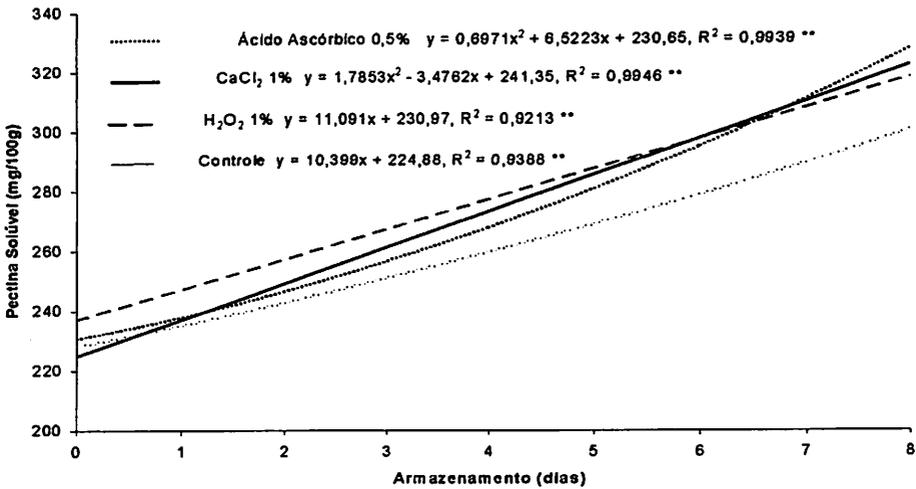


FIGURA 5 Representação gráfica e equações de regressão para conteúdo de pectina solúvel de mamões minimamente processados, em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico 0,5%, peróxido de hidrogênio 1%, cloreto de cálcio 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90% UR), durante 8 dias.

Em geral os frutos tratados com cloreto de cálcio apresentaram menor solubilização de pectina total em relação aos outros tratamentos. Podemos presumir, com isso, que o cálcio foi eficiente na manutenção da estrutura física do fruto, permitindo uma menor taxa de *turnover*, com um menor consumo de açúcar (Figura 2).

Para a pectina solúvel, também houve efeito significativo ($p < 0,01$) da interação entre os tratamentos e o período de armazenamento.

Todos os tratamentos apresentaram um aumento na solubilização da pectina durante os oito dias de armazenamento, conforme mostrado na figura 5.

Os frutos tratados com cloreto de cálcio foram os que apresentaram menor solubilização, apresentando eficiência em retardar a solubilização de pectina solúvel. Esta constatação está de acordo com Gonçalves (1998), que também observou menores valores de pectina solúvel em abacaxis tratados com CaCl_2 . O mesmo pode ser observado no trabalho de Bicalho (1998), que observou que aplicação de CaCl_2 em mamões proporcionou uma menor solubilização da pectina em relação ao controle e, conseqüentemente, propiciou maior firmeza nos frutos (Figura 5).

Os íons Ca^{+2} agem, provavelmente, como pontes iônicas entre os resíduos de ácido galacturônico carregados negativamente, formando uma estrutura estável denominada *egg box* (Brett e Waldron, 1990).

A solubilização de substâncias pécticas é uma tendência natural durante o amadurecimento dos frutos, sendo que o cálcio pode contribuir para a estabilização da parede celular através da formação de pectatos de cálcio, auxiliando, desta forma, na redução da solubilização de pectina e na manutenção da firmeza do fruto (Poovaiah, 1986).

4.7 Cálcio total

Houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento sobre o teor de cálcio total das amostras ($p < 0,01$).

Os frutos submetidos ao tratamento com CaCl_2 apresentaram os teores mais elevados de cálcio total em relação aos outros tratamentos (Figura 6). Isto provavelmente ocorreu pela eficiência dos tecidos em absorver esse mineral e mantê-lo ligado ao tecido, já que seu teor praticamente não foi alterado durante o armazenamento. Essa manutenção do teor de cálcio durante o armazenamento tem sua efetividade comprovada quando observamos seus efeitos em retardar a solubilização de pectina (Figura 5).

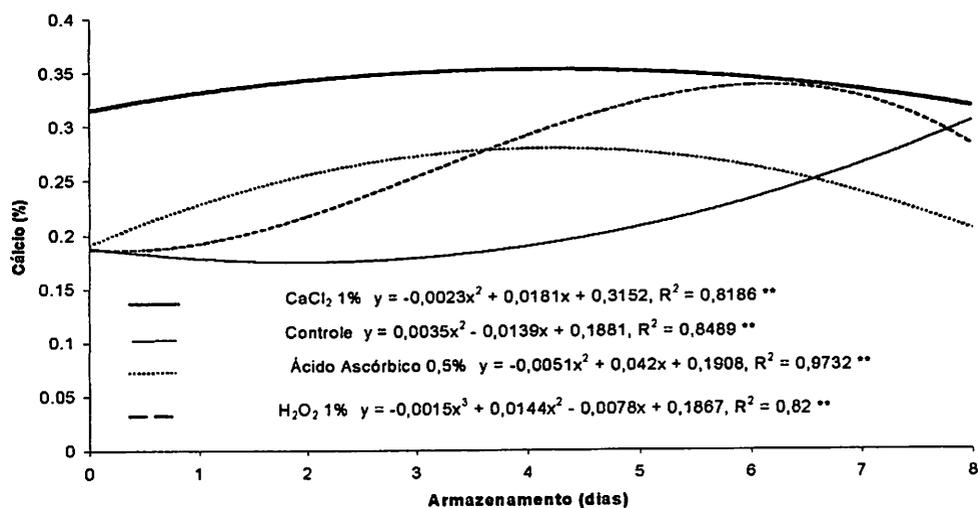


FIGURA 6 Representação gráfica e equações de regressão para conteúdo de cálcio total em mamões minimamente processados, em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico a 0,5%, peróxido de hidrogênio a 1%, cloreto de cálcio a 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90% UR), durante 8 dias.

A manutenção de concentrações de cálcio, relativamente altas nos tecidos dos frutos, resulta em retardo do amadurecimento e amaciamento da polpa, baixas taxas respiratórias e baixa produção de etileno (Vasconcelos, 2000).

4.8 Análise Sensorial

4.8.1 Textura

A análise de variância mostrou que a interação tratamento e tempo foi significativa sobre a textura dos frutos ($p < 0,01$).

Em geral, as amostras de todos os tratamentos tiveram uma resposta melhor no parâmetro textura, se comparados ao controle (Figura 7).

O tratamento com CaCl_2 foi o que teve melhor resposta, mostrando ser eficiente na manutenção da textura dos cubos, com notas que variaram de “muito boa” a “moderadamente boa” durante o armazenamento. Pode-se observar que a boa aceitação do fruto tratado com cloreto de cálcio deveu-se ao fato de que o fruto manteve as características do fruto fresco durante todo período de armazenamento, sem dar aparência de fruto em estágio de senescência.

A manutenção da textura nos frutos tratados com CaCl_2 ocorreu, provavelmente, devido à ação do Ca^{+2} estabilizando membranas e parede celular, preservando, assim, sua integridade e funcionalidade. O cálcio torna os tecidos menos acessíveis à clivagem por enzimas hidrolíticas, que propiciam grande parte do amaciamento do fruto (Poovaiah, 1988).

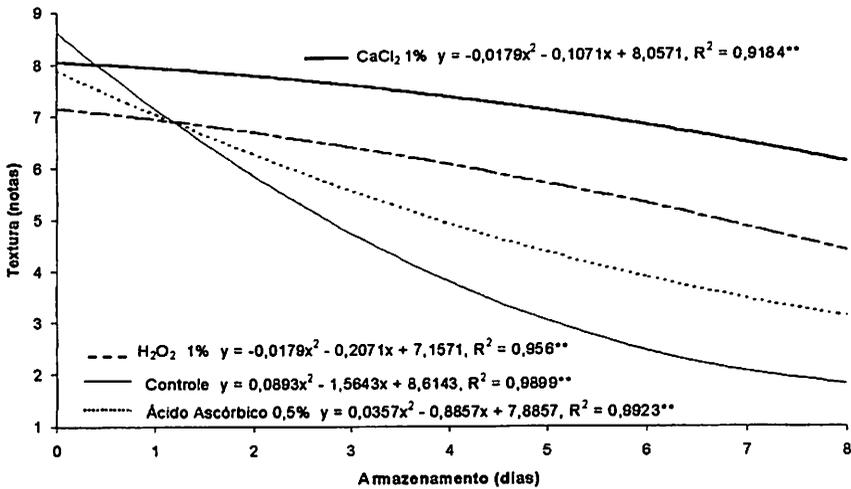


FIGURA 7 Representação gráfica e equações de regressão para evolução da textura de mamões minimamente processados em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico a 0,5%, peróxido de hidrogênio a 1%, cloreto de cálcio a 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90% UR), durante 8 dias.

4.8.2 Sabor

O sabor corresponde às sensações captadas pela língua em suas diferentes áreas: sabor doce, amargo, salgado e ácido. Os principais compostos químicos responsáveis pelo sabor dos frutos são os açúcares e ácidos orgânicos (Chitarra e Chitarra, 1990).

Houve diferença significativa dos tratamentos dentro do período de armazenamento para a variável sabor ($p < 0,01$).

Em geral, com o passar dos dias, todos os tratamentos tiveram um comportamento de notas decrescente (Figura 8). O tratamento de melhor aceitação foi o de cloreto de cálcio. Isso provavelmente ocorreu porque na sua

manutenção das características do fruto, o cálcio teve um efeito positivo na retenção do açúcar no fruto, como pode ser verificado na Figura 2.

Nos últimos dois dias de armazenamento, parte dos julgadores constataram sabor amargo nos tratamentos controle e peróxido de hidrogênio.

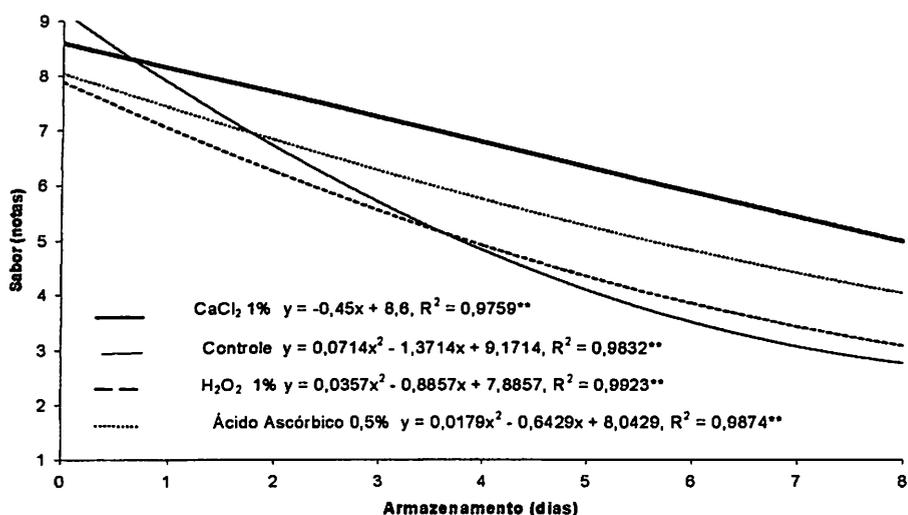


FIGURA 8 Representação gráfica e equações de regressão para evolução do sabor em mamões minimamente processados em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico 0,5%, peróxido de hidrogênio 1%, cloreto de cálcio 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90%UR, durante 8 dias).

4.8.3 Aparência e Cor

A aparência do produto exerce papel fundamental na decisão de compra do consumidor, uma vez que é através da observação deste parâmetro que o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento.

De acordo com os resultados dos julgadores, houve interação significativa entre os tratamentos e o período de armazenamento.

Os frutos tratados com CaCl_2 foram os que tiveram maior aceitação, provavelmente pelo somatório de parâmetros que influenciam no visual do produto, e tiveram grande influência do Ca^{+2} , fundamental para manutenção da integridade física e funcionalidade dos tecidos do fruto. Já os frutos tratados com ácido ascórbico e peróxido de hidrogênio obtiveram as piores notas durante todo o armazenamento (Figura 9).

Em informações adicionais, fornecidas pelo painel de julgadores, pudemos constatar que a reprovação pela aparência dos frutos tratados com peróxido de hidrogênio ocorria por causa das bolhas ou sinais de bolhas observados na superfície dos cubos. Estas bolhas se formaram pela degradação do H_2O_2 por ação da catalase presente na superfície do tecido ferido, quando os frutos eram imersos no tratamento. A informação obtida a respeito dos frutos tratados com ácido ascórbico foi de que suas notas foram prejudicadas pela aparência que tinham de fruto em estágio avançado de senescência, já com aspecto translúcido.

Não foram constatadas reações de escurecimento enzimático nos tratamentos durante todo o armazenamento.

Os frutos tratados com ácido ascórbico apresentaram uma coloração mais intensa com o decorrer do armazenamento, que se assemelhava a de um fruto em estágio de amadurecimento adiantado, dando a aparência de “passado” no produto. Provavelmente, o tratamento promoveu algum tipo de estresse no fruto causando perda da estrutura física do mamão.

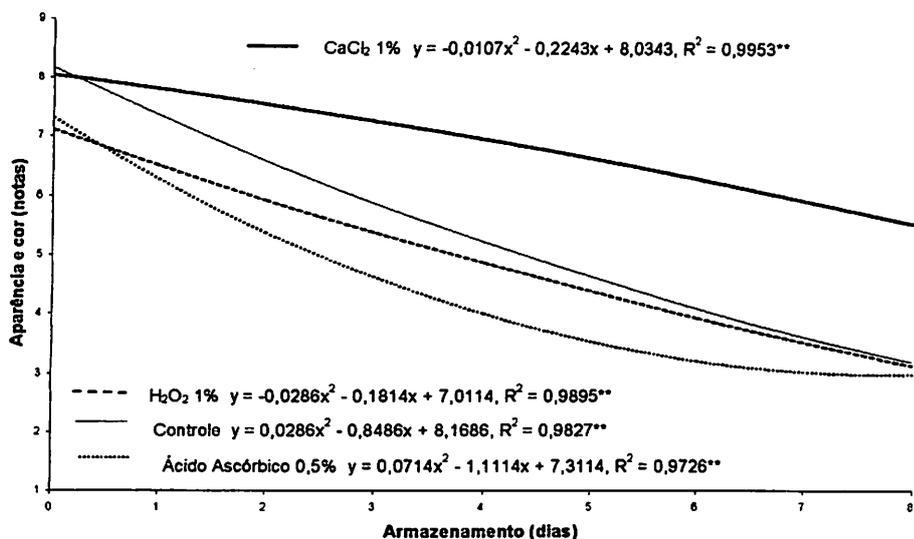


FIGURA 9 Representação gráfica e equações de regressão para evolução da aparência e cor de em mamões minimamente processados em função do tempo, e submetidos a diferentes tratamentos (ácido ascórbico 0,5%, peróxido de hidrogênio 1%, cloreto de cálcio 1% e controle) e armazenados sob condições refrigeradas (6°C, 90%UR, durante 8 dias.

4.9 Análises Microbiológicas

Não foi verificada a presença de coliformes totais, bolores e/ou leveduras durante o período de armazenamento das amostras, independentemente do tratamento.

Este resultado vem demonstrar a importância de conduzir um processamento mínimo em excelentes condições higiênicas. O manuseio impróprio, o uso de equipamentos mal-sanitizados e algumas etapas do processamento mínimo, como o fatiamento, geralmente, promovem aumento na

população de microrganismos em frutas e hortaliças e podem comprometer a qualidade e a segurança do produto final, ou diminuir o tempo de conservação.

A implantação de um sistema efetivo de controle, por meio do programa de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é fundamental para o conhecimento e prevenção da contaminação e do crescimento microbiano em produtos minimamente processados (Vanetti, 2000).

Para obtenção de um produto de qualidade e seguro para a saúde do consumidor, devem-ser considerados os aspectos microbiológicos, fisiológicos, tecnológicos e sensoriais de todo processo. Todo cuidado deve ser tomado em cada uma das etapas do processamento mínimo. Com o descasque, fatiamento, retirada de sementes e outras possíveis etapas, os tecidos do fruto ficam expostos e muito susceptíveis à contaminação. Por isso, todo material utilizado, desde os frutos até os utensílios, deve estar bem limpo e desinfectado. Os operadores devem ser bem treinados e trabalhar com roupas e materiais adequados.

5 CONCLUSÕES

Sob as condições experimentais estudadas, pode-se concluir que:

- ✓ Os tratamentos não foram eficientes na manutenção da massa das amostras de mamão minimamente processados, já que o controle foi o que apresentou menor perda de massa.
- ✓ Os parâmetros de qualidade ATT, pH e SST, não foram afetados pelos tratamentos durante o período de armazenamento.
- ✓ Os frutos tratados com CaCl_2 absorveram de forma eficiente o íon Ca^{+2} nos seus tecidos. Fato este indicado pelo alto teor de cálcio total durante todo o armazenamento, menor solubilização da pectina e manutenção de parâmetros de qualidade do fruto, retardando a senescência.
- ✓ Os frutos tratados com ácido ascórbico tiveram como ponto positivo os teores mais elevados de vitamina C durante todo o armazenamento. Esse tratamento afetou negativamente a perda de massa, aparência e textura, apresentando elevados índices de solubilização da pectina.
- ✓ Estratégias de prevenção, como Boas Práticas no Processamento, para evitar a contaminação microbiana são de fundamental importância para a qualidade microbiológica do mamão minimamente processado. As técnicas de higienização e sanitização foram as responsáveis pela inexistência de contaminação, quer seja de coliformes ou bolores e leveduras, já que não houve contaminação nem nos tratamentos controle.

- ✓ De acordo com a análise sensorial, mamão minimamente processado tratado com solução de CaCl_2 a 1% alcançam vida-de-prateleira de 8 dias, armazenado a 6°C e 90% de UR. Para os demais tratamentos, esse tempo é reduzido em média para 5 dias.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

6.1 Situação atual

A tecnologia atualmente empregada na produção de minimamente processados é insuficiente para atender as exigências do mercado. Prova disso é a utilização da mesma embalagem para diferentes produtos, sem controle da atmosfera interna e da cadeia de frio (Cenci, 2000).

Existe um reduzido grupo de pesquisadores trabalhando e uma pequena integração entre os mesmos, que é verificada pela duplicidade de ações (Alves et al., 2000).

Esta situação se deve à inexistência de ações integradas de pesquisa e desenvolvimento envolvendo todo o sistema produtivo quanto aos aspectos microbiológicos, fisiológicos e sensoriais que assegurem um produto com valor agregado de alta qualidade, saudável, com uma maior vida útil pós-colheita. Portanto, pouco se conhece sobre o assunto, dificultando a consolidação de microemprendimentos agroindustriais, que normalmente estão ligados a pequenos produtores agrícolas (Cenci, 2000).

Com base numa contínua interação entre os técnicos e pesquisadores, bem como com os produtores, processadores e distribuidores de produtos minimamente processados, as ações de pesquisa e desenvolvimento deverão fornecer informações sobre os parâmetros responsáveis pela deterioração, favorecendo, assim, todos os setores vinculados ao sistema (Cenci, 2000).

Outro problema que surge é a falta de regulamentação para este tipo de produto. Durante os últimos 20 anos, muitas organizações nos EUA tentaram produzir documentos para regulamentar e, assim, assegurar a qualidade dos produtos que chegavam ao mercado, mas entre os vários problemas que

surgiram, estas organizações não entraram em acordo e o projeto foi adiado (Brody, 1998). No Brasil a indefinição é a mesma.

6.2 Linhas de pesquisa

Algumas linhas de pesquisa devem se implementadas e/ou melhoradas no sentido de disponibilizar uma tecnologia segura para as frutas atualmente estudadas (Alves et al.,2000; Cantwell,2000):

- ✓ Efeito dos danos mecânicos na fisiologia da fruta minimamente processada, com ênfase para respiração e produção de etileno;
- ✓ Emprego de antioxidantes naturais no controle das reações de escurecimento;
- ✓ Avaliar adição de agentes naturais no controle microbiano;
- ✓ Utilização de películas comestíveis;
- ✓ Avaliação da melhor cultivar de uma espécie para ser utilizada no processamento mínimo;
- ✓ Correta embalagem e método de acondicionamento do produto;
- ✓ Temperatura ideal durante manuseio e distribuição.

6.3 Situação do Cloro X Alternativas

Como a demanda por produtos minimamente processados continua a crescer, existe uma grande preocupação na possível restrição ao uso de cloro no processo. Este produto forma compostos tóxicos que demonstraram ser cancerígenos. A falta do cloro numa indústria tão dependente deste em suas operações, como a indústria de alimentos, pode causar preocupações maiores a menos que uma alternativa viável seja encontrada (Brecht, 1995).

Um grande substituto que tem sido estudado é o ozônio, por causa de seu forte poder oxidante. Até os dias de hoje, não há nenhuma evidência de

reações adversas à saúde humana ou ao meio ambiente; entretanto, a FDA (Food and Drug Administration) regulamenta seu uso para poucas situações (Brecht, 1995).

Outra tecnologia disponível é a de baixas doses de irradiação, que tem se mostrado interessante na preservação de frutos, mas pesquisas são necessárias para saber como este processo afetaria o produto minimamente processado (Brecht, 1995).

6.4- Responsabilidade da cadeia de frio

Sem dúvida, o uso de temperaturas irregulares nos produtos minimamente processados durante a distribuição e a venda a varejo é uma preocupação crítica dos processadores. Esta é uma fase da cadeia de frios na qual quem produz tem pouco controle e a segurança do produto pode ser prejudicada. É muito importante um treinamento para o pessoal que participa desta fase, (desde transportadores até vendedores) conscientizando-os da importância no manuseio destes alimentos e da temperatura correta em que devem ser mantidos (Brecht, 1995).

A manutenção da refrigeração correta durante toda cadeia de frio e uma correta instrução a todas as pessoas envolvidas na operação são chaves para garantir a segurança desses produtos (Brecht, 1995).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT Jr., M.E. *Ethylene in plant biology*. 2 ed. New York, Academic Press, 1992. 414p.
- AGRIANUAL 2001- Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2001.545p.
- AKAMINE, E.K.; GOO, T. Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. *HortScience*, Alexandria, v.6, n.6, p. 567-568, Dec. 1971.
- AKAMINE, E.K.; GOO, T. Respiration, ethylene production, and shelf life extension in irradiated papaya fruit after storage under simulated shipping conditions. Hawaii, *Agricultural Experiment Station*, 1977, 12p. (Te chinal Bulletin, Hawaii, 93).
- ALVES, R.E.; FILHO, M. de S.M. de S.; BASTOS, M. do 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.
- AMARO, A.A. Aspectos econômicos e comerciais do mamão no Brasil. In: Simpósio sobre a cultura do mamoeiro, 1. , 1980. *Anais...* Jaboticabal:Livro Ceres, 1980. p. 253- 260.
- ARRIOLA, M.C. de; MADRID, M.C. de; ROLZ, C. Alguns cambios físicos y químicos de la papaya durante su almacenamiento. *Proceedings of Tropical Region of the American Society of Horticultural Science*, Orlando, v. 19, p.97-109, 1975.
- ARRIOLA, M.C. de; MENCHÚ, J.F.; ROLZ, C. Caracterización, manejo y almacenamiento de papaya. Guatemala: ICAITI —División de Investigación Aplicada, 1976. 41p.
- ARRIOLA, M.C. de; CALZADA, J.F. de; MENCHU, J.F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. de. Papaya. In: *Tropical and Subtropical fruits*. Westport: AVI, p. 316-340, 1980.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC).
Official methods of analysis of the association of Official analytical
Chemistry. 12th ed. Washington, 1990.

AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Nobel, 1993, 114p.

AZIZ, A.A.B.; EL-NAZAWY, S.M.; ZAKI, H.A. Seasonal changes in the
physical and chemical properties of papaya fruits, *Egypt Journal
Horticultural*, Cairo, v.3, n.1, p. 89-97, 1976.

BALBINO, J. M. de S. Efeitos de hid rotermia, refrigeração e ethefon na
qualidade pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) UFV: Viçosa, 1997.
104p. (Tese – Fisiologia Vegetal).

BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; BAKER, R.A. Edible
coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*,
Alexandria, v.30, n.1, p.35-38, Feb. 1995.

BARMORE, C.R. Packing technology of fresh and minimally processed fruits
and vegetables. *Journal of Food Quality*, Connecticut, v.10, n.3, p. 207-217,
June, 1987.

BEAVERS, W.B.; SAMS, C.E.; CONWAY, W.S.; BROWN, G.A. Calcium
source effects calcium content, firmness, and degree of injury of apples
during storage. *HortScience*, Alexandria, v.29, n.12, p.1520-1523, Dec.
1994.

BIALE, J.B. Synthetic and degradative process in fruit ripening. In:
Postharvest biology and handling of fruits and vegetables. Westport: AVI,
1975. cap.2, p.8-18.

BIALE, J.B.; YOUNG, R.E. Bioquímica de la maduración de los frutos.
Endeavour, v. 21, n.83, p.164-174, 1962.

BICALHO, U. de O. Vida útil pós-colheita de mamão submetido a
tratamento de cálcio e filme de PVC. Lavras: UFLA, 1998. 145p.
(Dissertação – Doutorado em Ciência dos Alimentos).

BITENCOURT, A.L.; SCALON, S.P.Q.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA,
A.B. Aplicação pós-colheita de CaCl_2 em morango (*Fragaria ananassa*
duch cv. Sequóia): Avaliação da qualidade e da vida útil dos frutos. In:

Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 5., 1995, Lavras.
Resumos...Lavras: UFLA, 1995.

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

BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M. Matéria prima. In: MEDINA, J.C.
Mamão. Campinas, ITAL, 1989. p.179-254. (Frutas tropicais, 7).

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

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

BRETT, C.; WALDRON, K. Physiological and biochemistry of plant cell
walls. London: Unwen Hyman, 1990, 193p.

BRODY, A.L. Minimally Processed foods demand maximum research and
education. *Food Technology*, Chicago, v.52, n.5, p.62-66, May, 1998.

CAMERON, A.C.; TALASILA, P.C.; JOLES, 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, Feb.
1995.

CANTWELL, M. 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.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: Encontro
Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças 2., 2000,
Viçosa. Palestras... Viçosa:UFV, 2000. p.156-182.

CARVALHO, A.V. Avaliação da Qualidade de Kiwis cv. 'Hayward',
minimamente processados. Lavras: UFLA, 2000. 86p. (Dissertação –
mestrado em Ciência dos Alimentos).

CARVALHO, R.I. de C.; FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C.; MANICA, I.
Características físicas e químicas do mamão papaya comercializado em Porto

- Alegre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.143-147, 1993.
- CENCI, S.A. Pesquisa em processamento Mínimo de hortaliças no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa:UFV, 2000. p. 110-116.
- CHAN JR., H.T.; CHANG, T.S.K.; STAFFORD, A.E.; BREKKE, J.E. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v.19, n.2, p.263-265, 1971.
- CHAN JR., H.T.; HIBBARD, K.L.; GOO, T.; AKAMINE, E.K. Sugar composition of papayas during fruit development. **HortScience**, Alexandria, v.14, n.2, p. 140-141, April. 1979.
- CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras:ESAL/FAEPE, 1990. 289p.
- CHUNG, H.D.; YOUN, S.J. The effect of CaCl_2 application on membrane protein profiles and cell wall structure of strawberry fruits. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, v. 36, n.4, p. 486-492, 1995.
- 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, Feb, 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.
- DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (ed). **Methods in carbohydrates chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v.1, p. 477-512.
- DRAETTA, I dos S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J.T.; MENEZES, H.C. de; BLEINROTH, E.W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.6, p. 395-408, 1975.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE AND ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Quartely Bulletin of Statistics*, Rome, v.9, n.1/2, 1996.

FENNEMA, R.O. *Química de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1993, 1095p.

FERGUSON, I.B.; DROBAK, B.K. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. *HortScience*, Alexandria, v.23, n.2, p.262-266, Apr. 1988.

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

GIACOMETTI, D.C. Papaya breeding. *Acta Horticulturae*, Wageningen. n.196. p. 53-59, 1987.

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, Apr. 1998.

GONÇALVES, N.B. Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e susceptibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. *Smooth Cayenne*. Lavras: UFLA, 1998. 96p. (Dissertação- Doutorado em Ciência dos Alimentos).

HONÓRIO, S.L.; ROCHA, J.L.V. Armazenagem e conservação de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Solo. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do mamoeiro, 2.1988. Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal:UNESP/FCAV, 1988. p. 293-310.

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. Feb. 1989.

ISLAM, M.N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. *Food Chemistry*, London, v.48, p. 75-78, 1993.

- KADER, A.A. Postharvest losses of fruits as vegetables in some countries of the Near East as North Africa. In: **Postharvest technology short course**. Davies, University of California, 1979, 20p.
- KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. California: University of California, 1992. 296p.
- \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, Sept. 1997.
- KING Jr., A.D.; BOLIN, H.R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.43, n.2, p.132-135. Feb. 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, June, 1987.
- LESTER, G. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. **Postharvest Biology and Technology** , Amsterdam, v.7, n.7, p. 91-96, 1996.
- LIMA, L.C. de O. Processamento Mínimo de Kiwi e Mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa:UFV, 2000. p.95-109.
- MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A. SILVA, J.G.F.da. Comportamento de preços do mamão do grupo solo na região do norte do Espírito Santo ao mercado nacional e internacional. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 12., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994, v.2;p.665.
- MARTH, E.H. Extended shelf life refrigerated foods: Microbiological Quality and Safety. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.2, p.57-62, Feb. 1998.
- McCREADY, R.M.; McCOMB, E.A. Extration and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, New York, v.24, n.12, p.1986-1988, Dec. 1952.
- MEDINA, J.C.; BLEIROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; MARTIN, Z. J. DE; NISIDA, A.L.C.; BALDINI, V.L.S.; LEITE, R.S.S.F.; GARCIA, A.E.B.

Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: ITAL 1989. 367p. (Série Frutas Tropicais, 7).

MÕES-OLIVEIRA, E.C.; BEERLI, K.M.C.; PICCOLI-VALLE, R.H.; CLEMENTE, P.R.; LIMA, L.C. de O. Influência do Peróxido de Hidrogênio no controle de coliformes e bolores e leveduras em mamão minimamente processado In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS 2., 2000, Viçosa. **Resumos...** Viçosa:UFV, 2000. p.13.

NAKASONE, H.Y. Produção de mamão nos trópicos e subtropicais. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do mamoeiro, 1988, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: UNESP, 1988. p.19-43.

OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; CORDEIRO, C.A.M.; CARLOS, L.A.; COELHO, E.A.; ARAÚJO, T.M.R. Avaliação da qualidade de mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado e armazenado em diferentes temperaturas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS 2., 2000, Viçosa. **Resumos...** Viçosa:UFV, 2000. p..16.

PAL, D.K.; SUBRAMANYAM, M.D.; DIVAKAR, N.G.; IYER, C.P.A.; SELVARAJ, Y. Studies on the physico-chemical composition of fruits of twelve papaya varieties. **Journal of Food Science and Technology**, New Delhi, v.17, n.6, p. 254-256, July, 1980.

PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.12, n.1, p.93-99, 1997.

PHILLIPS, C.A. Review: Modified Atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.31, n.6, p. 463-479, Dec. 1996.

POOVAIAH, B.W. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.2, p.267-271, Apr. 1988.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.3, p. 347-351, June., 1985.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.86-90, 1986.

- POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Cairo, v.10, p. 107-153, 1988.
- PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as na atioxidant. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.1, p. 48-50, Jan. 1993.
- ROIG, M.G.; RIVERA, Z.S.; KENNEDY, J.F. L-ascorbic acid: an overview. **International Journal of Food Science and Nutrition**, Oxford, v.44, n.7, p.59-72, Feb. 1993.
- ROLLE, R.S.; CHISM III, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v.10, n.3, p. 157-177, June, 1987.
- RONK, R.J.; CARSON, K.L.; THOMPSON, P. Processing, packaging and regulation of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v.43, n.2, p.136-139. Feb. 1989.
- RUGGIERO, C.; DURIGAN, J.F. Colheita e de manejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.134, p.53-58, fev. 1986.
- SAMS, S.E.; CONWAY, D.S.; ABBOTT, J.A. LEWIS, R.J.; BEN-SHALOM, N. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.5, p.623-627, Sept. 1993.
- SAPERS, G.; SIMMONS, G.F. Hydrogen Peroxide Disinfection of Minimally Processed Fruits and Vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.2, p.48-52, Feb. 1998.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba: ESALq, 1974, 56p.
- SCHLIMME, D.V. Marketing lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.15-17, Feb. 1995.
- SCOTT, K.J.; WILLS, R.B.H. Postharvest application of calcium as a control for storage breakdown of apples. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.89, n.7, p. 204-210, Sept. 1993.

SELVARAJ, Y.; PAL, D.K. Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development. *Journal of Food Science and Technology*, New Delhi, v.19, p.257-259, Nov./Dec. 1982.

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

SHEWFELT, R.L. Quality of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, Connecticut, v.10, n.3, p. 143-156, June. 1987.

SILVA, E. de O. Efeito da embalagem plástica e da temperatura sobre a qualidade pós-colheita do mamão. Viçosa: UFV, 1995.(Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).

SINGH, G. Effect of calcium nitrate and plant growth regulators on the storage of 'Allahabad safeda'. *Indian Journal of Horticulture*, New Dely, v.45, p.45-50, Mar/June. 1998.

STROHECKER, R.L.; HENNING, H.M. *Analisis de Vitaminas : metodos comprobados*. Madri: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TEIXEIRA, G.H.A. DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JUNIOR, O.D. Processamento Mínimo de mamão 'Formosa'. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS 2., 2000, Viçosa. *Resumos...* Viçosa:UFV, 2000. p.14.

TUCKER, G.A. Introduction - In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. *Biochemistry of Fruit Ripening*. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 1. P. 1-51.

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

VASCONCELOS, A.R.D. Utilização de cloreto de cálcio e atmosfera modificada na conservação de caqui cv. Fuyu. Lavras: UFLA, 2000. 85p. (Dissertação - mestrado em Ciência dos Alimentos).

- WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N.** Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.44, n.5, p. 116-122, May. 1990.
- WILEY, R.C.** **Minimally Processed refrigerated fruits and vegetables.** New York: Chapman & Hall, 1994. 368p.
- WILLS, R.B.H.; WIDJANARKO, S.B.** Changes in physiology, composition and sensory characteristic of Australian papaya during ripening. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.35, n.5, p.1173-1176, 1995.
- WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; HALL, E.G.** **Postharvest – an introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables.** Westport: AVI, 1981, 160p.
- YANG, S.F.** **Biosynthesis and action of ethylene.** **HortScience**, Alexandria, v.20, n. 1, p. 41-45, Feb. 1985.
- YANG, S.F.; HOFFMANN, N.E.** Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v.35, p.155-189, 1984.

ANEXOS

	Página
QUADRO 1	
Resumo das análises de variância de vitamina C, açúcares solúveis totais, pectina total, pectina solúvel, e cálcio no mamão (<i>Carica papaya</i> L.) minimamente processado submetido a tratamento (cloreto de cálcio 1%, peróxido de hidrogênio 1%, ácido ascórbico 0,5%, e controle) e armazenado a 6°C e 90% de UR.	70
QUADRO 2	
Resumo das análises de variância de perda de massa, textura, sabor, aparência e cor, acidez total titulável, pH, e sólidos solúveis totais no mamão (<i>Carica papaya</i> L.) minimamente processado submetido a tratamento (cloreto de cálcio 1%, peróxido de hidrogênio 1%, ácido ascórbico 0,5%, e controle) e armazenado a 6°C e 90% de UR.	71

QUADRO 1 - Resumo das análises de variância de vitamina C, açúcares solúveis totais, pectina total, pectina solúvel, e cálcio no mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado submetido a tratamento (cloreto de cálcio 1%, peróxido de hidrogênio 1%, ácido ascórbico 0,5%, e controle) e armazenado a 6°C e 90% de UR.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		Vit. C	AST	PT	PS	Ca
Tratamento	3	1608**	0.0293NS	1243**	219.858*	0.0233**
Armazenamento	4	382**	3.2320**	11703**	18926**	0.0161**
T x A	12	244**	0.1804**	798.94**	775.70**	0.0130**
Resíduo	40	5.6886	0.026943	204.3912	66.39262	0.000378
CV	---	2.29	2.65	2.48	3.00	7.69

*/** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 2 - Resumo das análises de variância de perda de massa, textura, sabor, aparência e cor, acidez total titulável, pH, e sólidos solúveis totais no mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado submetido a tratamento (cloreto de cálcio 1%, peróxido de hidrogênio 1%, ácido ascórbico 0,5%, e controle) e armazenado a 6°C e 90% de UR.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS						
		PM	ATT	pH	SST	Textura	Sabor	Aparência
Tratamento	3	0.821**	0.002NS	0.0182NS	0.0555NS	20.767**	8.5102**	14.644**
Armazenamento	4	5.461**	0.003NS	0.0094NS	0.0416NS	31.395**	38.303**	29.5185**
T x A	12	0.327**	0.002NS	0.0414NS	0.0538NS	2.9328**	0.7178**	0.8415**
Resíduo	40	0.00306	0.0019	0.029667	0.3228	0.238932	0.188500	0.063
CV	---	6.80	8.08	3.26	5.28	8.56	7.52	4.6

*/** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

