

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

Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.): efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto

Silvana Rodrigues Rabelo de Andrade

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

Piracicaba
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Silvana Rodrigues Rabelo de Andrade
Engenheira Agrícola

**Processamento mínimo de mamão:
efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto**

Orientadora:
Prof^a. Dra. **MARTA HELENA FILLET
SPOTO**

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

Piracicaba
2006

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

Andrade, Silvana Rodrigues Rabelo de

Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.): efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto / Silvana Rodrigues Rabelo de Andrade. - - Piracicaba, 2006.

178 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Ácido ascórbico 2. Cloreto de cálcio 3. Embalagens de alimentos 4. Mamão
5. Processamento de alimentos 6. Qualidade dos alimentos I. Título

CDD 664.804651

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

DEDICO

Às pessoas que, independente de seu passado ou futuro, jamais desistem da realização de seus sonhos.

Aos meus pais Silvano Pavani Rabelo de Andrade e Geni Aparecida Rodrigues de Andrade pelo apoio e confiança durante todo tempo da realização deste trabalho.

A meu marido, Gerardo Felipe Espinoza Pérez pelo carinho e amor constante e especialmente à minha amada filha, Bruna Rabelo Espinoza, que desde o primeiro mês de sua gestação me acompanhou na realização deste trabalho e continuará me acompanhando por toda a vida!

AGRADECIMENTOS

A Professora Dr. Marta Helena Fillet Spoto pelo voto de confiança dado para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ângelo Pedro Jacomino por permitir a utilização da estrutura do Laboratório de pós-colheita.

Ao técnico do laboratório de Pós-colheita Marcos pela colaboração durante a realização do processamento.

Ao Prof. Dr. Cláudio Rosa Gallo pela cordialidade e devidas correções da parte microbiológica do trabalho, e à técnica do laboratório de microbiologia do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Cecília Helena Nogueira, pela colaboração nas análises microbiológicas;

A toda a equipe do Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Produção Vegetal pela ajuda prestada durante a realização do processamento e pelas eventuais dúvidas ao longo do desenvolvimento deste trabalho e especialmente pela cordialidade, respeito e amizade.

As colegas que direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento deste trabalho, Maria Cecília, Fabiana, Miriam, Gabriela, Edinéia e Vanessa.

Ao meu marido, amigo e companheiro Gerardo Felipe Espinoza Perez pela paciência e apoio incondicional durante a realização deste trabalho.

Ao Conselho de Pós Graduação e a Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” pela oportunidade.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	16
1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 Importância da cultura do mamão	22
2.2 Avaliação do ponto de colheita.....	23
2.3 Considerações sobre a pós-colheita do mamão	24
2.4 Produtos minimamente processados (PMP)	26
2.4.1 Características gerais.....	26
2.4.2 Alterações fisiológicas do produto minimamente processado (PMP).....	28
2.4.3 Alterações nutricionais do produto minimamente processado	29
2.4.4 Alterações microbiológicas do produto minimamente processado.....	30
2.5 Sanificação.....	31
2.6 Faixa de temperatura	32
2.7 Tipos de embalagens	33
2.8 Uso de Atmosfera modificada	34
2.9 Tratamentos químicos para preservação de PMP	35
2.9.1 Cloreto de cálcio.....	35
2.9.2 Ácido ascórbico	36
Referências	37
3 Avaliação do metabolismo respiratório em mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos.....	46
Resumo	46
Abstract	47
3.1 Introdução	48
3.2 Material e Métodos.....	49
3.2.1 Material Experimental.....	49
3.2.2 Processamento	50
3.2.3 Determinações	51
3.2.4 Delineamento Experimental	52
3.3 Resultados e Discussão	52
3.4 Conclusões.....	57
Referências	57
4 Avaliação das qualidades físico-química, sensorial e microbiológica de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos	60
Resumo	60
Abstract	61
4.1 Introdução	62
4.2 Material e Métodos.....	64
4.2.1 Obtenção e acondicionamento dos mamões	64
4.2.2 Processamento Mínimo.....	64
4.2.3 Análises físico-químicas	65

4.2.4 Análise Sensorial.....	67
4.2.6 Delineamento experimental.....	71
4.3 Resultados e Discussão.....	72
4.3.1 Características físico-químicas.....	72
4.3.1.1 Perda de massa.....	72
4.3.1.2 Cor.....	74
4.3.1.3 Teor de sólidos solúveis.....	77
4.2.3.4 pH.....	79
4.3.2.5 Acidez titulável (AT).....	80
4.3.1.6 Vitamina C.....	82
4.3.1.7 Açúcares totais (AT).....	84
4.3.1.8 Pectina total e solúvel.....	86
4.3.1.9 Textura.....	89
4.3.2 Características sensoriais.....	91
4.3.2.1 Sabor.....	91
4.3.2.2 Textura.....	93
4.3.2.3 Aparência.....	94
4.3.3 Características microbiológicas.....	96
4.4 Conclusão.....	99
Referências.....	100
5 Avaliação da atmosfera modificada ativa e passiva na qualidade de mamões minimamente processados tratados com cloreto e ácido ascórbico.....	107
Resumo.....	107
Abstract.....	108
5.1 Introdução.....	109
5.2 Material e Métodos.....	111
5.2.1 Processamento Mínimo.....	111
5.2.2 Caracterização do material de embalagem.....	112
5.2.3 Monitoramento Gasoso.....	113
5.2.4 Análises físico-químicas.....	113
5.2.5 Análise Sensorial.....	114
5.2.6 Análise microbiológica.....	118
5.2.7 Delineamento experimental.....	119
5.3 Resultados e discussão.....	120
5.3.1 Monitoramento Gasoso.....	120
5.3.2 Características físico-químicas.....	123
5.3.2.1 Perda de massa.....	123
5.3.2.2 Cor.....	124
5.3.2.3 Teor de sólidos solúveis.....	127
5.3.2.4 pH.....	128
5.3.2.5 Acidez titulável (AT).....	130
5.3.2.6 Vitamina C.....	132
5.3.2.7 Açúcares solúveis totais (AT).....	133
5.3.2.8 Pectina total e solúvel.....	135
5.3.3 Características sensoriais.....	139
5.3.3.1 Sabor.....	139
5.3.3.2 Textura.....	141

5.3.3.3 Aparência	142
5.3.4 Características microbiológicas	144
5.4 Conclusões.....	146
Referências	147
REFERÊNCIAS.....	153
ANEXOS	169

RESUMO

Processamento mínimo de mamão (*Carica papaya* L.): efeitos de aditivos e atmosfera modificada na qualidade do produto.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações fisiológicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais em mamões minimamente processados, submetidos a tratamentos químicos e atmosfera modificada passiva e ativa. No primeiro experimento foram determinadas a atividade respiratória e produção de etileno em mamões minimamente processados tratados com CaCl_2 (1%); ácido ascórbico (0,5%); combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%); e controle (sem aplicação de tratamento químico). O produto final foi armazenado a 6°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 90% ($\pm 5\%$) de Umidade Relativa (UR) por um período de 6 dias. Os mamões processados que tiveram a adição de cloreto de cálcio obtiveram atividade respiratória significativamente menor a partir do 1º dia de armazenamento, mostrando que o CaCl_2 (1%) pode colaborar para o prolongamento da vida útil do fruto processado. O segundo experimento visou avaliar a qualidade final e o período de conservação de mamões minimamente processados submetidos a 3 tipos de tratamentos químicos: CaCl_2 (1%); ácido ascórbico (0,5%); a combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%); e o controle (sem aplicação de tratamento químico), os quais foram acondicionados em embalagem de polietileno tereftalato rígida (PET) a 6°C por um período de 9 dias. Os mamões tratados com CaCl_2 (1%) e a combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%) preservaram o teor de açúcares, coloração, textura e as características sensoriais durante todo o período de armazenamento avaliado (9 dias), enquanto que os tratados com ácido ascórbico tiveram a textura prejudicada evidenciada pela maior solubilização da pectina, denotando maior amolecimento dos tecidos. Os resultados mostraram que a adição de ácido ascórbico não foi eficaz para a preservação da qualidade de mamões minimamente processados e prolongamento da sua vida útil. As contagens de bactérias psicotróficas mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para todos os tratamentos aplicados. O terceiro experimento avaliou o efeito do uso de atmosfera modificada passiva e ativa na qualidade de mamões minimamente processados, tratados com a combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%). Após o processamento, os

mamões, previamente tratados, foram submetidos a três tipos de acondicionamento: bandejas de poliestireno rígida, recobertas com filme de polipropileno 32 μm , sem e com injeção de gás (5% O_2 + 10% CO_2) e embalagem de polietileno tereftalato rígida (PET), com tampa, a qual foi utilizada como controle. Foram realizadas análises de O_2 e CO_2 , físico-químicas, sensoriais e microbiológicas. Os mamões acondicionados em PET apresentaram pouca modificação gasosa porém mantiveram as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas, durante todo período de armazenamento avaliado (9 dias). Isto mostrou que a combinação de tratamento químico CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%) foi eficaz e influenciou diretamente nos parâmetros avaliados. Os mamões minimamente processados acondicionados em filme de polipropileno com e sem injeção de gás, apresentaram comportamento semelhante para a maioria dos parâmetros físico-químicos e sensoriais (sabor e aparência), sendo que, a partir do 6º dia de armazenamento, foi constatada coloração alaranjada mais intensa (escurecimento da polpa) a qual se refletiu diretamente na aparência do produto. O uso de atmosfera modificada ativa mostrou-se eficiente no retardamento da proliferação de microorganismos psicotróficos.

Palavras chaves: mamão, processamento, cloreto de cálcio, ácido ascórbico, embalagem, qualidade.

ABSTRACT

Minimum processing of papaya (*Carica papaya* L.): effects of additive and modified atmosphere in the product quality

This work had as objective to evaluate the physiologic, physiochemical, microbiological and sensorial alterations in in minimally processed papayas, submitted to chemical treatments and passive and active modified atmosphere. In the first experiment, the respiratory activity and ethylene production were analyzed in minimally processed papayas treated with CaCl_2 (1%); ascorbic acid (0,5%); the combination of CaCl_2 (1%) and ascorbic acid (0,5%); and control (without application of chemical treatment). The final product was stored at 6°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) and 90% ($\pm 5\%$) of relative humidity for a period of 6 days. The results showed that processed papayas treated with chloride of calcium obtained a significantly smaller respiration activity from the 1st storage day, showing that CaCl_2 (1%) may collaborate on the prolongation of the processed fruit shelf life. The second experiment had as objective to evaluate the final quality and the period of conservation of minimally processed papayas submitted to 3 types of chemical treatments: CaCl_2 (1%); ascorbic acid (0,5%); the combination of CaCl_2 (1%) and ascorbic acid (0,5%); and the control (without application of chemical treatment), which were conditioned in rigid polyethylene terephthalate (PET) packages at 6°C for a period of 9 days. The papayas treated with CaCl_2 (1%) and the combination of CaCl_2 (1%) and ascorbic acid (0,5%) preserved some physiochemical characteristics like the sugar rate, texture and color and sensorial characteristics during the whole period of the appraised storage (9 days), while the treatments with ascorbic acid had the texture prejudiced, presenting softening in the tissue. The results showed that the addition of ascorbic acid was ineffective for the preservation of the minimally processed papayas quality and the prolongation of the shelf life. The countings of psychotropic bacteria stayed inside of the acceptable limits for all the applied treatments. The third experiment had as objective to evaluate the effect of the passive and active modified atmosphere using in the minimally processed papayas quality, treated with the combination of CaCl_2 (1%) and ascorbic acid (0,5%). After the processing, the papayas, previously treated, were submitted to three package types: rigid trays of polystyrene,

covered with a polypropylene film 32 μm , with and without injection of gas (5% O_2 + 10% CO_2) and packages of rigid polyethylene terephthalate (PET), with cover, which was used as control. Physical-chemical, sensorial, microbiological, O_2 and CO_2 analyses were accomplished. The papayas conditioned in PET presented little gaseous modification but maintained the physico-chemical, sensorial and microbiological characteristics, during all the periods of storage (9 days). The experiment showed that the combination of CaCl_2 (1%) and ascorbic acid (0,5%) was effective and influenced the appraised parameters. The minimally processed papayas conditioned in polypropylene film with and without injection of gas, presented similar behavior for most of the physical-chemical and sensorial parameters (taste and appearance), and, starting from the 6 day of storage, more intense orange coloration was verified (browning of the pulp) which was reflected directly in the appearance of the product. The use of active modified atmosphere was shown efficient in the retardation of the psychotropic organisms proliferation.

Keywords: papaya, processing, calcium chloride, ascorbic acid, packing, quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Atividade respiratória para mamões minimamente processados tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 , ac. Ascórbico + CaCl_2 53
- Figura 2 - Produção de etileno para mamões minimamente processados tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e ácido ascórbico + CaCl_2 55
- Figura 3 - Ficha sensorial em escala hedônica para avaliação dos mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos69
- Figura 4 - Valores médios da perda de massa em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias73
- Figura 5 - Valores médios obtidos para o Ângulo Hue em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias76
- Figura 6 - Valores médios do Ângulo Hue em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl_2 : cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%)77
- Figura 7 - Valores médios de pectina total em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias86
- Figura 8 - Valores médios da pectina total em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl_2 : cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%)87
- Figura 9 - Valores médios obtidos para o sabor durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias91
- Figura 10 - Valores médios obtidos para o sabor durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias92

- Figura 11 - Valores médios obtidos para a textura durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias93
- Figura 12 - Valores médios obtidos para a textura durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio94
- Figura 13 - Valores médios obtidos para a aparência durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias95
- Figura 14 - Valores médios obtidos para a aparência durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).96
- Figura 15 - Ficha sensorial em escala hedônica para avaliação dos mamões minimamente processados submetidos a três tipos de acondicionamentos 117
- Figura 16 - Alteração do teor de oxigênio (%O₂) e gás carbônico (%CO₂) de mamões minimamente processados submetidos a três tipos de acondicionamentos, armazenados a 6°C por 9 dias. PET: embalagem de polietileno tereftalato rígido com tampa; PP: filme de polipropileno 32 µm e PP com injeção de 5% O₂ + 10% CO₂121
- Figura 17 - Valores médios para Ângulo Hue de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias126
- Figura 18 - Ângulo Hue de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias. PET: polietileno tereftalato ascórbico; PP: filme de polipropileno sem injeção de gás; AMA: filme de polipropileno com 5%O₂+10%CO₂127

- Figura 19 - Valores médios para acidez total titulável de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias130
- Figura 20 - Valores médios da acidez total titulável de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento. PET: polietileno tereftalato ascórbico, PP: filme de polietileno sem injeção de gás, AMA: filme de polietileno com 5% O₂ + 10% CO₂131
- Figura 21 - Valores médios para açúcares solúveis totais de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias134
- Figura 22 - Valores médios para pectina total de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias135
- Figura 23 - Valores médios para textura de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias137
- Figura 24 - Valores médios da textura de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias. PET: polietileno tereftalato ascórbico, PP: filme de polietileno sem injeção de gás, AMA: filme de polietileno com 5%O₂+10%CO₂.....138
- Figura 25 - Valores médios do sabor de mamões minimamente processados, tratados, com CaCl₂ + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias140
- Figura 26 - Valores médios da textura de mamões minimamente processados, tratados com CaCl₂ + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias141
- Figura 27 - Valores médios para a nota de textura de mamões minimamente processados tratados com CaCl₂ + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias. PET: polietileno

tereftalato ascórbico, PP: filme de polietileno sem injeção de gás, AMA: filme de polietileno com 5%O ₂ +10%CO ₂	142
Figura 30 – Pré-resfriamento do fruto inteiro.....	179
Figura 31 – Descascamento do fruto	179
Figura 32 – Retirada das sementes	179
Figura 33 – Corte em metades.....	179
Figura 34 – Fatiamento	179
Figura 35 – Corte em cubos.....	179
Figura 36 – Sanitização dos cubos	179
Figura 37 – Drenagem após sanitização.....	180
Figura 38 – Imersão nos tratamentos: a) Controle; b)Ác. Ascórbico; c)CaCl ₂ ; d)Ác.Ascórbico + CaCl ₂	180
Figura 39 – Drenagem após imersão nos tratamentos	180
Figura 40 – Pesagem em bandeja de isopor.....	180
Figura 41 – Selagem das bandejas com filme PP com e sem injeção de gás	180
Figura 42 – Armazenamento das embalagens em PP	180
Figura 43 – Pesagem em bandeja PET	180
Figura 44 – Armazenamento das embalagens PET.....	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição nutritiva do mamão (por 100 g de matéria fresca)	22
Tabela 2 - Atividade Respiratória (mL CO ₂ .kg ⁻¹ .h ⁻¹)	

Tabela 12 - NMP de psicrotróficos, em mamões minimamente processados submetidos a 3 tipos de tratamentos químicos, armazenada a 6°C, por 9 dias	98
Tabela 13 - Características dos materiais de embalagens.....	120
Tabela 14 – Caracterização das embalagens	122
Tabela 15 - Perda de massa em mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias	123
Tabela 16 - Cromaticidade de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias.....	125
Tabela 17 - Teor de sólidos solúveis de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias	128
Tabela 18 - Valores de pH em mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias	129
Tabela 19 - Teor de ácido ascórbico em mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias	132
Tabela 20 - Pectina Solúvel em mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias	136
Tabela 21 - Aparência de mamões minimamente processados tratados com CaCl ₂ + ácido ascórbico submetidos a três tipos de acondicionamentos, armazenados a 6°C por 9 dias.....	143
Tabela 22 - NMP de psicrotróficos, em mamões minimamente processados, tratados com CaCl ₂ + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias	145

Tabela 23 - Análise Estatística para a perda de massa de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	169
Tabela 24 - Análise Estatística para a luminosidade de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	169
Tabela 25 - Análise Estatística para a cromaticidade de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	169
Tabela 26 - Análise Estatística para o ângulo Hue de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	170
Tabela 27 - Análise Estatística para o teor de sólidos solúveis totais de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	170
Tabela 28 - Análise Estatística para o pH de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	170
Tabela 29 - Análise Estatística para a acidez total titulável de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	171
Tabela 30 - Análise Estatística para o teor de ácido ascórbico de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	171
Tabela 31 - Análise Estatística para o teor de açúcares solúveis totais de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	171

Tabela 32 - Análise Estatística para a pectina total de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	172
Tabela 33 - Análise Estatística para a pectina solúvel de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	172
Tabela 34 - Análise Estatística para a textura de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	172
Tabela 35 - Análise Estatística para o sabor de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	173
Tabela 36 - Análise Estatística para a textura de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	173
Tabela 37 - Análise Estatística para a aparência de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias.....	173
Tabela 38 - Análise Estatística para perda de massa de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.....	174
Tabela 39 - Análise Estatística para a luminosidade de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.....	174
Tabela 40 - Análise Estatística para a cromaticidade de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.....	174
Tabela 41 - Análise Estatística para o ângulo Hue de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.....	175
Tabela 42 - Análise Estatística para o teor de sólidos solúveis de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.....	175

Tabela 43 - Análise Estatística para o pH de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	175
Tabela 44 - Análise Estatística para a acidez total titulável de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	176
Tabela 45 - Análise Estatística para o teor de ácido ascórbico de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	176
Tabela 46 - Análise Estatística para o teor de açúcares solúveis totais de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.....	176
Tabela 47 - Análise Estatística para a pectina total de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	177
Tabela 48 - Análise Estatística para a pectina solúvel de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	177
Tabela 49 - Análise Estatística para a textura de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	177
Tabela 50 - Análise Estatística para o sabor de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	178
Tabela 51 - Análise Estatística para a textura de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	178
Tabela 52 - Análise Estatística para a aparência de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias	178

1 INTRODUÇÃO

O mamão é um fruto tropical que possui elevada produção no Brasil e cujo consumo se dá, predominantemente, na forma *in natura*, obtendo, na maioria das vezes, um baixo rendimento de polpa e elevada perda durante a realização do descascamento e retirada das sementes.

Uma maneira eficiente e rentável para minimização das perdas e agregação de valor aos frutos e vegetais frescos é a aplicação da técnica de processamento mínimo aos mesmos. Esta técnica consiste no descascamento, corte ou fatiamento, sanitização, acondicionamento em embalagens e armazenamento sob temperatura de refrigeração de frutos e vegetais, de maneira que possam oferecer praticidade e qualidade higiênico-sanitária satisfatória ao consumidor.

Atualmente, o setor de produtos minimamente processados tem obtido elevado crescimento, devido, principalmente, à mudança no perfil da população. A preocupação das pessoas em consumirem produtos saudáveis e naturais, o aumento do número de mulheres inseridas no mercado de trabalho e a distância dos locais de trabalho obrigaram as pessoas a realizarem suas refeições fora de seus domicílios, bem como a reduzirem o tempo de preparo de suas refeições, colaborando para o aumento do consumo de produtos minimamente processados.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com mamões minimamente processados, contudo ainda se fazem necessários estudos mais intensificados sobre o comportamento, bem como as alterações fisiológicas sofridas pelos tecidos deste tipo de produto, para que a tecnologia mais adequada seja aplicada.

Isto permitiria a comercialização deste fruto de forma inovadora e, ao mesmo tempo, com elevado padrão de qualidade, sanidade e vida útil mais prolongada, oferecendo vantagens tanto para o produtor quanto para o consumidor e colaborando para o crescimento da agroindústria no Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da cultura do mamão

O mamoeiro, *Carica papaya* L., cuja origem se deu no noroeste da América do Sul, pertence à família Caricácea, dividindo-se em quatro gêneros e 30 espécies (CHAN JR; TANIGUCHI, 1985).

Nos países próximos dos trópicos, o mamoeiro é considerado uma cultura bastante importante por sua facilidade de crescimento, bem como, pela diversificação de seu uso (RUGGIERO e DURIGAN, 1986), sendo, comumente consumido na forma *in-natura* ((HINOJOSA; MONTGOMERY, 1988).

Além disso, suas características sensoriais (textura, cor e aroma), químicas (baixa acidez e bom equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos) e digestivas, tornam esta fruta um alimento ideal e saudável para pessoas de todas as idades (HINOJOSA; MONTGOMERY, 1988).

Tabela 1 - Composição nutritiva do mamão (por 100 g de matéria fresca)

Energia	32 Kcal	Vitamina A	37 mcg	Cálcio	20,00 mg
Carboidratos	8,30 g	Vitamina B1	0,03 mcg	Fósforo	13,00 mg
Proteínas	0,50 g	Vitamina B2	0,04 mcg	Ferro	0,40 mg
Lipídeos	1,00 g	Vitamina C	46 mg		

Fonte: Philippi, 2001.

No ano de 2005, foram comercializadas na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) até o mês de junho, cerca de 65.479 toneladas de mamão, sendo 39.839 do cultivar 'Formosa' e 25.640 do 'Havaí' (FNP, 2006).

O estado do Espírito Santo, unidade da federação autorizada a exportar a fruta para o mercado americano, é o segundo maior produtor de mamão e o maior exportador do país, onde 86% das exportações de mamão *Papaya* efetuadas pelo Brasil são provenientes deste Estado (DONADON; RUGGIERO, 2006).

Apesar do Brasil ser considerado o maior produtor deste fruto, não é o maior exportador, perdendo para os países como o México e a Malásia, onde existem programas especiais de produção do mamão que se adequam às exigências de qualidade dos países importadores (MARTINS; COSTA, 2003).

2.2 Avaliação do ponto de colheita

A importância de uma matéria-prima de boa qualidade para obtenção de um produto final, que atenda às exigências do consumidor e ofereça segurança alimentar para o mesmo, tornou-se indispensável para comercialização de produtos alimentícios.

A qualidade de um fruto pode ser influenciada por fatores extremamente importantes, como a temperatura e a umidade relativa durante o armazenamento, a presença de microrganismos, o tipo de embalagem utilizada, assim como as condições do armazenamento (DURIGAN, 2000). Contudo, alguns fatores que antecedem o armazenamento são de grande importância para a preservação da qualidade dos frutos, como o ponto de colheita, o cultivar utilizado, as práticas culturais, os métodos de colheita, o manuseio e os padrões de inspeção (ALVES et al., 2000).

A avaliação do estágio de maturação de frutos e outros órgãos vegetais açucarados torna-se importante, pois quando os mesmos são colhidos na época adequada, ou seja, com grau de maturação apropriado, não só apresentam melhor qualidade comestível, como também maior rendimento como matéria prima (CHITARRA, 2000).

Para os frutos, a colheita é realizada a partir do momento em que os requisitos mínimos de qualidade são alcançados e para isto algumas características são analisadas, como teor de sólidos solúveis, firmeza da polpa, cor e aspecto da casca (ALVES et al., 2000).

A colheita de mamões deve ser realizada quando o fruto atinge o seu pleno desenvolvimento fisiológico, tendo passado da cor verde escuro para verde claro e apresentar uma a duas estrias amareladas, correspondentes à época na qual se tem o amadurecimento mais uniforme e com melhor qualidade (CHITARRA, 2000).

No Havaí, os mamões são colhidos e comercializados, contendo, no mínimo, 11,5% de sólidos solúveis e 6% de cor amarela na superfície externa da casca (AKAMINE; GOO, 1971).

No Brasil, a colheita depende de alguns fatores externos como: o tempo decorrido desde o campo até o local de consumo; a estação do ano; a finalidade da produção (mercado externo, interno ou indústria), sendo que a seleção do cultivar influencia, de maneira decisiva, no rendimento, qualidade, resistência ao armazenamento e distribuição (ALVES et al., 2000).

Um estudo realizado com mamões 'Solo', no Havaí, relacionou o teor de sólidos solúveis com a porcentagem de coloração amarela e constatou que o teor máximo de sólidos solúveis encontrado equivale a 14,5°Brix em frutos com 80% de coloração amarela na casca. Contudo, para que a concentração máxima de sólidos solúveis seja alcançada, o fruto deve ser colhido com, no mínimo, 33% da coloração amarela na casca (AKAMINE; GOO, 1971).

Para frutas minimamente processadas, o grau de maturação e ponto de colheita também desempenham papel importante, uma vez que frutas imaturas carecem de boa qualidade sensorial e as mais amadurecidas têm menor vida útil (WATADA; QI, 1999).

Em estudo realizado com mamões minimamente processados, o qual objetivou a obtenção de frutos processados com qualidade de polpa satisfatória, relacionou-se o ponto de colheita e as mudanças fisiológicas decorrentes. Foi constatado que frutos com menos de 25% da casca amarela não possuíam a polpa no estado de maciez comestível. Os frutos com 55-80% de casca amarela foram considerados os melhores para o processamento mínimo (PAULL; CHEN, 1997).

2.3 Considerações sobre a pós-colheita do mamão

O país ainda apresenta um elevado desperdício no setor de pós-colheita de frutas e hortaliças, decorrentes de transporte e armazenagem inadequados, problemas com infra-estrutura e manejo, alcançando um prejuízo no período 1997 a 2003, de 53 milhões de toneladas, de acordo com o artigo Ethos lança manual contra desperdício (2006).

As perdas pós-colheita de alguns frutos tropicais, como a banana e o mamão, podem ser bastante elevadas, podendo alcançar até 30% nos pontos de comercialização (PANTÁSTICO, 1981).

O mamão é considerado um fruto climatérico, ou seja, ao ser desligado da planta mantém seu processo de amadurecimento, o qual ocasiona aumento na atividade metabólica, bem como, uma série de alterações fisiológicas, que levam o produto à senescência. (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Durante o amadurecimento de mamões, momento no qual ocorre aumento da atividade respiratória, a coloração da casca se modifica e a polpa torna-se amarelada ou avermelhada, tenra e sucosa, devido à destruição do látex sub-epidérmico e à transformação da sacarose em açúcares redutores (GARCIA, 1980).

A vida útil de mamões, ou seja, o espaço de tempo no qual há manutenção da qualidade (aparência, cor, textura, sabor, aroma, valor nutritivo, segurança) em níveis aceitáveis para o consumo, é relativamente curta, variando de alguns dias a no máximo 3 a 4 semanas, dependendo do tipo de tratamento oferecido ao produto (BICALHO, 1998).

Para a preservação da qualidade e minimização das perdas pós-colheita, a conservação do produto, sob uma faixa de temperatura de refrigeração adequada para retirada do calor de campo, torna-se essencial. Os processos de deterioração e as perdas de qualidade nutricional aumentam devido à ação das enzimas atuantes no processo respiratório, cuja atividade aumenta de duas a quatro vezes para cada aumento de 10°C, nas condições onde ela se encontra (KADER, 2002).

A temperatura adequada para a conservação de mamões é determinada pela suscetibilidade à injúria pelo frio ou “chilling injury”, sendo que a faixa adequada é de 9 a 12°C. Mamões conservados sob temperaturas mais baixas podem apresentar escaldadura na casca, atraso e desuniformidade no amadurecimento, áreas endurecidas ao redor dos feixes vasculares e a presença de tecido com textura aquosa na polpa (CHEN; PAULL, 1986).

Outros tratamentos permitem o aumento da vida útil de mamões, dentre os quais destacam-se: a utilização de atmosfera modificada, tratamento hidrotérmico, aplicação

de compostos de cálcio, ceras na superfície do fruto e filmes plásticos, associados ao armazenamento refrigerado (BICALHO, 1998).

Contudo, ainda faz-se necessário o conhecimento mais aprofundado das principais transformações fisiológicas e bioquímicas de frutos e vegetais, como suporte para a aplicação de tecnologias adequadas, que não só contribuam para a redução das perdas pós-colheita, como também para um maior desenvolvimento da agroindústria brasileira (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

2.4 Produtos minimamente processados (PMP)

2.4.1 Características gerais

Os frutos e vegetais minimamente processados tornaram-se bastante populares nos últimos anos. A enorme aceitação deste tipo de produto se deve à conveniência, grau de frescor, sabor e aos aspectos nutricionais oferecidos (WANG, 2006).

Este tipo de produto pode ser caracterizado como aquele que sofreu alguma alteração em sua condição natural, como o descascamento, descaroçamento, corte ou fatiamento, lavagem, sanitização, drenagem e acondicionamento em embalagem, mas que mantêm estado de frescor semelhante aos produtos *in-natura* (ROSA, 2002). Deste modo, o produto está preparado para o uso imediato, com características quase idênticas ao estado fresco e em sua totalidade comestível, permitindo ótimo aproveitamento pelo consumidor (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

Nos Estados Unidos, a indústria de produtos minimamente processados, a qual movimenta o setor de frutas e hortaliças processadas, têm obtido elevado crescimento, movimentando em torno de 12 bilhões de dólares, anualmente (IFPA, 2006). No Brasil, o consumo deste produto iniciou-se no final dos anos 80 e desde então, vem ganhando uma proporção cada vez mais significativa do mercado de frutas e hortaliças *in natura*.

O mercado nacional está concentrado nas grandes cidades, especialmente na região sudeste, a qual possui os Estados mais populosos. A estimativa de participação dos produtos minimamente processados no consumo total de hortifrutis comercializados em redes de supermercados no Estado de São Paulo é de 4,2% e 1,6% nas classes de maior e menor poder aquisitivo respectivamente (JACOMINO et. al., 2004).

Segundo Kader (2002), para a obtenção de um produto processado que ofereça qualidades, nutricional, sensorial e microbiológica, adequadas, faz-se necessário a implementação de um programa efetivo de avaliação da qualidade, o qual deve envolver toda a cadeia de produção desde o campo até as centrais de distribuição.

Primeiramente, a escolha da qualidade da matéria-prima utilizada deve ser criteriosamente avaliada, devendo apresentar excelente qualidade, ser cultivada sob boas práticas, permitindo, desta forma, a obtenção de um produto final com parâmetros adequados para o processamento, dentre os quais destacam-se: tamanho, firmeza, grau de maturação, ausência de pragas e enfermidades e que sejam resistentes ao manejo (GONZÁLEZ, 2006).

Durante o processamento, torna-se imprescindível a adoção de medidas higiênicas adequadas, pré-resfriamento do produto, boa qualidade da água de lavagem, corte usando lâminas afiadas, direção e tamanho do corte que reduzam os danos mecânicos, uso de sanificantes adequados a cada produto, secagem ou centrifugação após a sanitização, uso de embalagem ideal, temperatura e umidade adequadas durante o processamento e armazenamento (SANTOS, 2003).

Alguns métodos combinados de conservação do produto processado podem ser empregados, como o armazenamento refrigerado, emprego de conservadores, uso de irradiação, bem como, o armazenamento sob atmosfera modificada (ALMEIDA, 1998). A aplicação da combinação de alguns tratamentos possibilita a eliminação de processos degradativos, preservando a qualidade e aumento da vida útil (MIRANDA, 2001).

Finalmente, deve-se destacar que um dos principais entraves ao desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças, em diferentes partes do mundo, está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade, sendo que, para o mamão, 46% do fruto são gerados na forma de resíduos. Assim, a escolha do tipo de aproveitamento a ser feito com o resíduo dependerá de sua natureza e da quantidade gerada de resíduos. Para o caso do mamão, as sementes após a secagem podem ser utilizadas como pimenta, devido ao sabor picante e as cascas usada para produção de pectina (MORETTI, 2006).

2.4.2 Alterações fisiológicas do produto minimamente processado (PMP)

Os PMP podem ser facilmente processados, contudo, a deterioração do tecido injuriado ocorre rapidamente, como resultado das mudanças bioquímicas e fisiológicas, dentre as quais pode-se destacar a perda de água, escurecimento dos tecidos, invasão microbiana e aumento da atividade respiratória (WANG, 2006).

O ferimento nos tecidos de vegetais, ocasionado durante a etapa de corte, induz ao aumento da produção de etileno, bem como da atividade respiratória. Dentro de poucos minutos os níveis de etileno aumentam, atingindo produção máxima em 6 a 12 horas após o processamento. Contudo, este efeito depende da fisiologia de cada tipo de tecido vegetal, do grau de maturidade do mesmo, bem como, do nível de injúria ocasionada pelo corte (ABELES et al., 1992).

O corte dos tecidos de produtos processados, o qual provoca o rompimento das células, aumenta o contato de enzimas oxidativas com o oxigênio livre. Dentre as principais enzimas destacam-se a ação da fenilalanina amonialiase (PAL) e a polifenoloxidase (PPO), as quais são responsáveis pela formação de pigmentos amarronzados no tecido injuriado (VAROQUAUX, 2006 e DAREZZO, 2000).

O amaciamento ou a perda de firmeza são acelerados em produtos minimamente processados, em decorrência das modificações na estrutura e composição da parede celular, sofridas pelos tecidos destes produtos durante o processamento (WATADA et al., 1990). A degradação da parede celular é responsável por mudanças texturais indesejáveis, devido à ação de inúmeras enzimas, destacando-se a poligalacturonase e pectinametilesterase, as quais desempenham papel importante no processo de amolecimento (HUBER et. al., 2001).

Existem algumas medidas que podem atenuar estas alterações fisiológicas indesejáveis, decorrentes das injúrias sofridas pelos tecidos dos produtos processados como o tipo e grau de corte utilizado. Segundo SANTOS (2003) a utilização de instrumentos de corte bem afiados, bem como, a escolha adequada da direção e tamanho do corte são importantes para a obtenção de produtos de alta qualidade.

Teixeira et. al. (2001), estudando as alterações fisiológicas sofridas por mamões minimamente processados em cubos de 2,5 x 2,5 e 2,5 x 5,0cm, não verificou

alterações físico-químicas ou sensoriais significativas entre os dois tipos de cortes aplicados, podendo ser conservados por 7 dias.

Além disso, o uso de baixas temperaturas durante o processamento e armazenamento, manuseio adequado do fruto, aplicação de tratamentos químicos e uso de atmosferas com baixos teores de O₂ (2 a 8%) e elevados de CO₂ (5 a 15%) permitiria a minimização das alterações fisiológicas do produto processado, bem como a manutenção de atributos de qualidade, permitindo um período de comercialização mais prolongado (CANTWELL, 1992).

2.4.3 Alterações nutricionais do produto minimamente processado

Os frutos e vegetais desempenham um papel significativo na nutrição humana, especialmente, como fontes de vitaminas (A, C, B6, tiamina e niacina), minerais e fibras. Outros constituintes nutricionais como os flavonóides, carotenóides e os polifenóis podem colaborar para diminuição de riscos de câncer e doenças do coração (KADER, 2002).

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

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

A vitamina C é considerada o componente nutricional mais importante dos frutos e hortaliças devido a sua extrema sensibilidade e perdas acentuadas por manuseio inadequado, temperatura e umidade relativa inadequados durante o armazenamento (KADER, 2002; CHITARRA, 2000).

Com relação às perdas de elementos minerais tem-se que algumas etapas do processamento mínimo como o descascamento, corte e imersões em soluções aquosas propiciam condições ideais para a lixiviação e perda destes nutrientes (CHITARRA, 2000)

2.4.4 Alterações microbiológicas do produto minimamente processado

Nos produtos minimamente processados, os cortes da casca superficial e a disponibilidade de nutrientes proveniente do suco celular das células danificadas pelo processamento, fornecem o meio para o aumento do número e o tipo de microrganismos (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

Uma ampla variedade de microrganismos pode se desenvolver em frutas e hortaliças processadas, sendo que os principais são os microrganismos psicrotóxicos e mesofílicos patogênicos já que podem se desenvolver durante o período de armazenamento sob refrigeração ou elevações nas temperaturas (MARTH, 1998).

Contudo, para avaliação das mudanças microbiológicas sofridas pelos frutos e hortaliças minimamente processadas faz-se necessário, primeiramente, o conhecimento da composição inicial da microbiota predominante. Para frutos minimamente processados geralmente desenvolvem-se microrganismos com maior tolerância à acidez e para as hortaliças processadas desenvolvem-se microrganismos com menor tolerância a ácidos (GUNES et al., 1997).

Há várias medidas que podem ser tomadas para evitar problemas microbiológicos em produtos minimamente processados, sendo uma das mais valiosas, o uso de sistemas que garantam qualidade desde a produção até a distribuição (BONNAS, 2003).

A aplicação eficiente do sanificante em toda planta de processamento, inclusive dos instrumentos e equipamentos utilizados, bem como o uso de luvas, máscaras, aventais e botas por parte dos operadores, água clorada para a lavagem de vegetais, controle rigoroso da temperatura e a utilização de matéria-prima de qualidade são imprescindíveis para obtenção de um produto final que ofereça qualidade microbiológica (ARRUDA, 2002).

2.5 Sanificação

Existem fatores que são indispensáveis na obtenção de produtos minimamente processados que ofereçam sanidade, bem como vida útil satisfatória para seus consumidores. A sanificação é considerada uma das etapas mais importantes do processamento mínimo por reduzir a carga microbiana a níveis seguros para o consumidor e eliminar patógenos, garantindo assim a qualidade do produto (SANTOS, 2003).

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

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

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

Deste modo, os compostos clorados orgânicos, surgem como alternativa de uso para o processo de sanificação de alimentos, pois são fabricados essencialmente para o consumo humano, não possuem metais pesados ou qualquer substância indesejável (SANTOS, 2003).

Contudo, os tratamentos de higienização e sanitização devem ser estabelecidos

2.6 Faixa de temperatura

O aumento na respiração e na produção de etileno, bem como outras reações associadas ao processamento, são minimizadas quando o produto fresco é processado sob baixas temperaturas, uma vez que, as reações metabólicas nesses alimentos são reduzidas, aproximadamente, duas a três vezes a cada redução de 10° C na temperatura (BRECHT, 1995).

Segundo GONZÁLEZ (2006), o emprego de baixa temperatura deve ser aplicado em toda a cadeia de comercialização, ou seja, durante o processamento, armazenamento e comercialização uma vez que minimiza alterações fisiológicas indesejáveis e possibilita a elevação da vida útil de frutas e vegetais minimamente processados .

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

O controle da temperatura da sala de processamento e da água utilizada na sanitização, e no enxágüe, de frutos e vegetais processados, a qual visa a remoção de exsudados celulares, devem ser controlados e próximos de 0°C, a fim de reduzir a atividade respiratória, produção de etileno, bem como outras alterações fisiológicas que induzem a deterioração do produto (ARRUDA, 2002; CANTWELL, 1992).

Um ponto crítico para comercialização de produtos minimamente processados é a forma pela qual este tipo de produto é distribuído o qual necessita de veículos refrigerados de modo a evitar a exposição do produto final as condições ambientes, evitando o aumento da atividade metabólica, da desidratação, do crescimento de patógenos possibilitando o aumento da qualidade e da vida útil (GONZÁLEZ, 2006).

Assim, a aplicação e o controle da “cadeia do frio” torna-se indispensável para produção e comercialização de produtos minimamente processados pois exerce controle direto sobre o metabolismo do produto (DAREZZO, 2000).

Infelizmente a fase final da cadeia do frio no Brasil, para os produtos minimamente processados ainda é bastante deficitária uma vez que a variação da temperatura na estocagem, distribuição e comercialização são intensas (MIRANDA, 2001). Com isso, para o sucesso desta nova indústria, torna-se fundamental a conscientização dos novos empresários de que estes produtos não são apenas matéria-prima, mas são tecidos vivos (CENCI, 2000), que possuem atividade respiratória, necessitando de temperatura de armazenamento adequada para preservação de sua qualidade.

2.7 Tipos de embalagens

Uma embalagem adequada pode ser definida como um sistema que protege um produto perecível de danos físicos e possíveis contaminantes, extremas condições de temperatura e umidade ou atmosferas que contenham gases que possam degradar o produto (CHITARRA, 2000). A embalagem também é utilizada para identificar o produto, a marca de origem, e outras informações importantes, como a data de produção e validade, instruções de preparo, informações nutricionais e modo de armazenamento (SCHLIMME, 1995).

O uso de embalagens seladas, as quais apresentam características próprias de permeabilidade ao vapor d'água e a gases (O_2 e CO_2), em associação com a tecnologia apropriada de preparo tem sido uma das maneiras mais eficientes de obtenção de vida útil prolongada para os produtos minimamente processados (CHITARRA, 2000)

A seleção de um filme plástico adequado refere-se aquele no qual a permeabilidade permita a entrada de O_2 na embalagem, para compensar o consumo pelo processo respiratório do vegetal, e, também a saída de CO_2 para compensar a produção pelo vegetal. (ZAGORY; KADER, 1998)

Nestas condições se estabelece o equilíbrio das concentrações de O_2 e de CO_2 no interior das embalagens, colaborando para a minimização da atividade respiratória, e uma série de reações bioquímicas que levam ao amadurecimento como a perda de clorofila, perda de umidade, escurecimento enzimático e conseqüentemente da senescência dos produtos vegetais (SARANTÓPOULOS, 1999). Dentre os filmes mais

utilizados nas embalagens deste tipo de produto destacam-se o cloreto de polivinila, polipropileno e polietileno (CANTWELL, 2002).

O uso de embalagens inadequado pode ocasionar problemas microbiológicos como os processos fermentativos, os quais se refletem no aparecimento de odores e sabores estranhos, fazendo com que os produtos percam seu valor comercial (GONZÁLEZ, 2006).

Em estudo realizado por Saavedra Del Aguila (2004) em rabanetes minimamente processados foi constatado que os filmes plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 20 μm pouco permeáveis ao O_2 , expuseram o produto à anaerobiose, tendo como consequência a produção de ácido láctico, acetaldeído e etanol, compostos indesejáveis, que oferecem sabor e odor desagradáveis ao produto.

2.8 Uso de Atmosfera modificada

O armazenamento de produtos minimamente processados em condições adequadas é um ponto fundamental para o sucesso dessa tecnologia (VANETTI, 2000). A temperatura, umidade relativa e a composição atmosférica do interior da embalagem são condições ambientais que podem ser manipuladas para diminuir a respiração do vegetal e minimizar o crescimento microbiano (SHEWFELT, 1987).

Baixas concentrações de O_2 e altas de CO_2 retardam a atividade respiratória do vegetal, os níveis de produção de etileno, bem como outras alterações fisiológicas que resultam na mudança de cor, firmeza, qualidade sensorial e nas propriedades nutricionais (KADER, 1995).

Neste contexto, o sistema de atmosfera modificada consiste no acondicionamento do produto hortícola em uma embalagem selada e permeável a gases, com o objetivo de se reduzir às concentrações de O_2 e aumentar as concentrações de CO_2 (ZAGORY; KADER, 1998). De maneira geral, atmosferas com 2-8% de O_2 e de 5-15% de CO_2 têm potencial para aumentar a vida útil dos produtos minimamente processados, contudo, para cada vegetal existe uma atmosfera específica que aumenta sua durabilidade (CANTWELL, 1992).

Logo após a selagem ou fechamento, a composição gasosa no interior das embalagens, ou seja, as concentrações de O_2 tendem a decrescer e a de CO_2 a aumentar, em decorrência da respiração do vegetal, estabelecendo-se modificação da atmosfera (CHITARRA, 2000). Segundo Sarantópoulos (1996) a alteração de gases no interior de embalagens pode se estabelecer de duas maneiras, a primeira ocorre em função da respiração do produto e permeação de gases pela embalagem e a segunda através da injeção de uma mistura gasosa denominadas modificação passiva e ativa da atmosfera respectivamente.

Com o tempo, a difusão desses gases através da embalagem e a composição de gases no interior das embalagens variam até atingir um ponto de equilíbrio a qual corresponde ao ponto onde se maximiza a durabilidade do vegetal (CHITARRA, 2000).

A composição da atmosfera de equilíbrio irá depender da atividade respiratória intrínseca do produto, mas também será grandemente afetada por várias características externas como a temperatura, contaminação inicial, filme e equipamento de embalagem, umidade relativa, peso de enchimento, volume do pacote, área de superfície do filme e grau de iluminação (PIROVANI et al., 1998).

Deste modo, a seleção de filme plástico adequado que tenha taxa de permeabilidade a gases compatível com a atividade respiratória do produto colaborará para que se atinja a atmosfera de equilíbrio no interior das embalagens e conseqüentemente colaborará para maior durabilidade do produto vegetal (CANTWELL, 1992)

2.9 Tratamentos químicos para preservação de PMP

2.9.1 Cloreto de cálcio

O cálcio tem recebido considerável atenção nos últimos anos devido aos seus efeitos desejáveis na manutenção da firmeza do tecido, retardamento da senescência e controle das desordens fisiológicas em frutas e hortaliças inteiras (LIMA, 2000).

Este elemento ocorre em tecidos na forma livre ou ligado a grupos carboxílicos, fenólicos e fosfóricos, sendo que a maior parte encontra-se imobilizado no apoplasto (parede celular e espaços intercelulares), nos vacúolos ou em associação com as membranas e certas organelas como mitocôndria e cloroplastos (HEPLER, 1985).

Em frutos inteiros tratados com cálcio na pós-colheita, a penetração desse elemento se dá principalmente através de lenticelas; entretanto, fendas na cutícula e epiderme podem, também, favorecer a sua absorção pela polpa do fruto. Foi verificado que a maior parte do cálcio introduzido nos tecidos de frutos se acumulam no complexo parede celular- lamela média (GONÇALVES, 1998).

Estudos têm indicado que tratamento com compostos de cálcio estende a vida útil de armazenamento de muitos frutos, mantendo sua firmeza minimizando a atividade respiratória, a degradação de proteínas e a incidência de podridão (SCOTT, 1993). Segundo CONWAY et al. (1995), a adição de cálcio nos tecidos vegetais suprime a produção de etileno uma vez que este elemento atua na biossíntese deste hormônio, inibindo a conversão do ácido 1-amino-ciclo-propano carboxílico (ACC).

Para vegetais minimamente processados, os compostos a base de cloro tem sido bastante estudados, destacando-se o cloreto de cálcio. A aplicação de CaCl_2 (1%) paralelamente ao uso de atmosfera demonstrou eficiência na prevenção de amolecimento de fatias de morangos e pêras (ROSER; KADER, 1989).

Contudo, estudos mais aprofundados aplicado a diversos tipos de frutos processados são necessários, pois a aplicação deste tipo de tratamentos químico pode resultar em respostas fisiológicas desejáveis para melhoria da qualidade e para o prolongamento da vida útil deste tipo de produto.

2.9.2 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico, conhecido como vitamina C, ocorre naturalmente em muitos frutos, porém seu teor não apresenta regularidade ao longo do período de armazenamento devido, principalmente, a sua sensibilidade à degradação.

A aplicação de ácidos orgânicos tem sido utilizada para prevenir as mudanças fisiológicas indesejáveis de vegetais e frutas minimamente processados, dentre os quais destaca-se o uso de ácido cítrico e do ácido ascórbico (WILEY, 1994). Os produtos minimamente processados são mais susceptíveis ao escurecimento de seus tecidos devido, principalmente, às etapas de corte, as quais expõem os substratos fenólicos, encontrados originalmente nos vacúolos, à ação de enzimas catalizadoras

dos mesmos, denominadas polifeniloxidasas. Estas, na presença de oxigênio do ar, promoverão a formação de pigmentos escuros resultantes da interação de quinonas (ARTES et al., 1998).

O ácido ascórbico é o principal antioxidante para uso em frutas, hortaliças e seus sucos, por prevenir escurecimento e outras reações oxidativas, uma vez que reduz o escurecimento, o qual é considerado um dos principais fatores limitantes a vida útil de produtos minimamente processados (LIMA, 2000; DAREZZO, 2000).

A eficiência do ácido ascórbico, também, pode ser verificada em outras alterações fisiológicas envolvendo produtos minimamente processados, como na redução da atividade respiratória e produção de etileno. Para maçãs minimamente processadas, tratadas com ácido ascórbico e submetidas a 0% de CO₂ e sob atmosfera normal verificou-se, respectivamente, queda da atividade respiratória e queda da produção de etileno (ARTES, 1998).

Referências

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT JUNIOR, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414p.

AKAMINE, E.K.;GOO,T. Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. **Hortscience**, Alexandria, v.6, p.657-568, Dec. 1971.

ALVES, R. E.; SOUZA FIHO, M. de S. M. de; BASTOS, M. S. R.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BORGES, M. de F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.75-88.

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

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

ARTES, F.; CASTANER, M.; GIL, M.I. Enzymatic browning in minimally processed fruit and vegetables. **Food Science Research International**, Chicago, v.6, n.4, p.377-389, 1998

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

BICALHO, U.O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC.** 1998. 145p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

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

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, St. Joseph, v.30, n.1, p.18-21, 1995.

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

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

CHAN JUNIOR, H.T.; TANIGUCHI, M.H. Changes in fatty acid composition of papaya lipids (*Carica papaya L.*) during ripening. **Journal of Food Science**, Chicago, v.50, n.4, p.1092-1094,1985.

CHEN, N.M.; PAULL, R.E. Development and prevention of chilling injury im papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p. 639-643, 1986.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293p.

CHITARRA, M.J.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113p.

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

DAREZZO, H.M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa L.*). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.114-124.

DYCHDALA, G.R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S.S.; BARKLEY, W.E. **Desinfection sterelization and preservation**. 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p. 131-151.

DONADON, J.R.; RUGGIERO, C. Produtos minimamente processados: mamão - uso e produtos minimamente processados. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/todafruta>>. Acesso em: 22 maio 2006.

DURIGAN, J.F. Processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.87-94.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Mamão. In: _____. AGRIANUAL 2006: brasileira. São Paulo, 2006. p.349-356.

ETHOS lança manual contra desperdício. Disponível em: [http:// Ethos lança manual contra desperdício. Disponível em:<http:// revistagloborural.globo.com/Globo Rural/ 0,6993 EEC944183-1485,00.html>](http://Ethos%20lan%C3%A7a%20manual%20contra%20desperd%C3%ADcio). Acesso em: 15 jun. 2006.

GARCIA, L.L. Fisiologia de pós-colheita, maturação controlada, armazenamento e transporte do mamão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: Livroceres, 1980, p.253-260.

GONÇALVEZ, 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.** 1998. 96p. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

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

GUNES, G.; SPLITTSTOESSER, D.F.; LEE, C. Y. Microbial quality of fresh potatoes: effect of minimal processing. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, n. 7, p. 863-866, July 1997.

HEPLER, P.K; WAYNE, R.O. Calcium and plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.36, p. 397-439. Jan./Feb. 1985.

HINOJOSA, R. L., MONTGOMERY, M. W. Industrialização do mamão. Aspectos bioquímicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: RUGGIERO, C. (Ed.) **Mamão**, Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 89-110.

HUBER, D. J.; KARAKURT, Y.; JIWON, J. **Pectin degradation in ripening and wounded fruits**. Disponível em: <http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/journal/pdfs/v13n2p224.pdf>. Acesso em 21 Jun. 2006.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION (IFPA). Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org>>. Acesso em: 15 Jun. 2006.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; KLUGE,R.A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. Disponível em: http://www.ciad.mx/dtao/XI_22CYTED/imagem/files_pdf/jacomino.pdf. Acesso em: 17 jun. 2006.

KADER, A.A. **Postharvest & Tecnology of Horticultural Crops**. California: University of California, 2002. 519p.

KADER, A.A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticultural**, Wageningen, n.348, p. 139-146, 1995.

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

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. 497p.

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

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Technology**, Chicago, v.52, n. 2. p.57-62, 1998.

MIRANDA, R. B. **Avaliação da qualidade do mamão (*Carica papaya* L.) minimamente processado.** 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Pós-Colheita de Produtos Vegetais), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MORETTI, C. L; MACHADO, M.M. Aproveitamento de resíduos sólidos de processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., São Pedro, 2006. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...**Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.25 - 32

PANTASTICO, E.B. Importância do manuseio pós-colheita e armazenamento de frutas. **Curso de pós-colheita e armazenamento de frutas.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981.

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, April, 1997.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de Composição de alimentos:** suporte para decisão nutricional. Brasília: ANVISA, FINATEC/NUT-UnB. 133p. 2001.

PIROVANI, M.E; PIAGENTINI, A.M.; GUEMES,D.R.; DIPENTIMA, J. H. Quality of minimally processed lettuce as influenced by pachaging and chemical treatments. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.22, n.6, p.475-484. Dec. 1998.

ROSA, O. O. **Microbiota associada às alterações da qualidade de produtos hortícolas minimamente processados durante a comercialização em redes de supermercado**. 2002. 155 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

ROSEN, J.; KADER, A.A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, p.656-659, 1989.

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

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

SANTOS, J.C.B. **Influência da atmosfera, modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi "Pérola"**. 2002. 74p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

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

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 control for storage breakdown of apples. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89, p. 204-210, 1993.

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

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; JUNIOR, O.D.R. Processamento mínimo de mamão 'Formosa' . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, pg 47-50. Jan-Abr 2001.

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

VAROQUAUX, P. Overview of the fresh-cut process in France. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTOS MÍNIMOS DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006. São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...**Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.72 – 76.

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

WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partiall processed fruits and vegetables. **Food Technology**, New York, n.50, p.116-122, May.1990.

WATADA, A.E.; KO, N.P.;MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, Nov. 1998

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

WANG, C.Y. Chilling injury and browning of fresh-cut fruits and vegetables. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006. São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...**Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.68 – 71.

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

3 Avaliação do metabolismo respiratório em mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos

Resumo

Este experimento visou à determinação da atividade respiratória e produção de etileno em mamões minimamente processados, submetidos a 3 tipos de tratamentos (cloreto de cálcio 1%; ácido ascórbico 0,5% e a combinação dos dois tratamentos anteriores) em comparação com mamões processados sem aplicação de nenhum tratamento, os quais foram utilizados como controle. A atividade respiratória foi medida nas primeiras 8 horas após o processamento, em intervalos de 1 hora; posteriormente, as leituras foram realizadas em intervalos de 24 horas durante 6 dias. A determinação da produção de etileno foi realizada a cada 3 horas no dia do processamento por um período de 9 horas. Posteriormente, as leituras foram realizadas em intervalos de 24 horas durante 6 dias. Todos os mamões processados, incluindo aqueles sob controle e submetidos aos tratamentos químicos, obtiveram redução da respiração ao longo do período de armazenamento. Contudo, os produtos que sofreram a adição de cloreto de cálcio obtiveram atividade respiratória significativamente menor, com estabilização logo no 2º dia de armazenamento, em níveis de 4,28 e 6,51 mL.kg⁻¹.h⁻¹, para mamões tratados com CaCl₂ (1%) e a combinação de CaCl₂ (1%) e ácido ascórbico (0,5%), respectivamente. Desta forma a aplicação de CaCl₂ (1%) mostrou-se eficaz para a diminuição da atividade respiratória de mamões minimamente processados, podendo colaborar para o prolongamento da vida útil do fruto processado. Com relação a produção de etileno em mamões minimamente processados, o tratamento com CaCl₂ (1%) foi eficiente para a minimização do mesmo, uma vez que os níveis detectados deste gás foram significativamente menores aos obtidos nos mamões sob controle.

Palavras chaves: respiração, etileno, ácido ascórbico, cloreto de cálcio.

Evaluation of metabolism respiratory in minimally processed papayas submitted to 3 types of chemical treatments

Abstract

This experiment had as objective to determinate the respiration activity and ethylene production in minimally processed papayas, submitted to 3 types of treatments (calcium chloride 1%; ascorbic acid 0,5% and the combination of the two previous treatments) in comparison with papayas processed without application of any treatment, which were used as control. The respiratory activity was measured in the first 8 hours after the processing, in intervals of 1 hour; later, the measures were accomplished in intervals of 24 hours for 6 days. The determination of the ethylene production was accomplished every 3 hours at the processing day during a period of 9 hours. After this date, the measures were accomplished in intervals of 24 hours for 6 days. All of the processed papayas, including those under control and submitted to the chemical treatments, obtained reduction of the respiration along the storage period. However, the products that suffered the addition of calcium had a significantly smaller respiration activity than the other treatments, stabilizing on the second day of storage, in levels of 4,28 and 6,51 mL.kg⁻¹.h⁻¹, for the papayas treated with CaCl₂ (1%) and the combination of CaCl₂ (1%) and ascorbic acid (0,5%), respectively. As conclusion, this work demonstrates that the application of CaCl₂ (1%) was shown effective on the decrease of respiration activity and on the prolongation of the shelf life on minimally processed papayas. In relation to the ethylene production in minimally processed papayas, the treatments with CaCl₂ (1%) were effective on the minimization of it, once that the detected gas levels were significantly smaller than those obtained in papayas under control.

Keywords: respiration, ethylene, ascorbic acid, calcium chloride.

3.1 Introdução

A busca de uma vida saudável tem levado as pessoas a mudarem seus hábitos alimentícios, acrescentando, ao seu dia a dia, o consumo de vegetais de diferentes espécies e com propriedades nutricionais complementares. Contudo, o ritmo intenso de vida tem obrigado as pessoas a destinarem menor tempo às atividades de refeição. Neste contexto, o processamento mínimo de vegetais surge como uma resposta tecnológica a esta nova necessidade de um setor da sociedade (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

Em geral, os produtos minimamente processados têm vida útil mais curta, quando comparados com produtos intactos devido principalmente ao estresse mecânico na superfície de corte, onde as células e membranas celulares são rompidas, acarretando uma série de alterações no metabolismo do tecido (CHITARRA, 1998).

A falta ou a redução na compartimentalização celular ativa os sistemas geradores de etileno, estimulando sua síntese (etileno de fermento), bem como a atividade respiratória do tecido, com conseqüente aumento de outras reações bioquímicas, responsáveis pela mudança de cor (incluindo escurecimento), aroma, sabor, textura e qualidade nutricional (CANTWELL, 1992; CHITARRA, 1999).

Tecidos de produtos minimamente processados possuem um incremento da atividade respiratória de 3 a 5 vezes em relação ao tecido intacto (Chitarra, 1998). Este incremento relaciona-se com o aumento da área superficial exposta à atmosfera, decorrente do corte, que permite a rápida difusão do oxigênio para o interior das células, assim como o aumento da atividade metabólica das células danificadas (ZAGORY, 1998).

O processo respiratório, o qual é considerado oxidativo, utiliza substratos armazenados nas células para a degradação em moléculas mais simples (CO_2 e H_2O) com posterior liberação de energia, a qual é utilizada nas reações metabólicas necessárias para manter a organização celular, a permeabilidade das membranas, assim como o transporte dos metabólicos dentro dos tecidos. Dentre os principais substratos utilizados na respiração destacam-se: o amido, outros polissacarídeos e os

foram armazenados em câmara fria a 12°C por um período de 12 horas. A seguir, procedeu-se o processamento dos frutos, previamente resfriados, dentro de uma câmara fria, sob condições higiênicas e a 12°C, o qual constou dos seguintes procedimentos:

3.2.2 Processamento

a. Descascamento e Corte:

Os mamões foram descascados, cortados ao meio e suas sementes retiradas com uma colher. Posteriormente cada metade foi cortada em 4 fatias longitudinais. Estas fatias foram cortadas em cubos com aproximadamente 3cm de lado.

b. Desinfecção:

O fruto cortado foi imerso em solução clorada contendo 3% de cloro ativo e princípio ativo denominado Dicloro S-Triazinatriona Sódica Diidratada em pó. A concentração utilizada foi de 100 mg.L⁻¹ por um período de 3 minutos, de modo a colaborar para a redução da carga microbológica.

c. Drenagem 1:

Os pedaços de mamão foram drenados em escorredor de plástico por 2 minutos.

d. Imersão nos tratamentos químicos:

Parte dos cubos, previamente desinfetados com solução clorada, foram imersos em solução de ácido ascórbico na concentração de 0,5%. Outra parte foi imersa em solução de CaCl₂, na concentração de 1% e uma terceira parte foi imersa em solução contendo a combinação dos 2 tratamentos anteriores.

e. Drenagem 2:

Os pedaços de mamão foram, novamente, drenados em escorredor de plástico por 2 minutos.

f. Acondicionamento:

Posteriormente foram dispostos cerca de 240g de pedaços de mamões em vidros de 580mL, hermeticamente fechados, e armazenados a 6°C.

3.2.3 Determinações**3.2.3.1 Atividade respiratória**

Mamões 'Formosa' foram selecionados, sanitizados e armazenados a 6° C por 12 h. Decorrido este período, os frutos intactos foram divididos em 3 lotes contendo cada um cerca de 4 frutos e colocados em tambores herméticos para a determinação da atividade respiratória. Para isso, foram fixados septos de silicone na tampa dos tambores, através do qual foram retiradas amostras de gás do interior dos mesmos. Aproximadamente 1mL de gás, por amostragem, foi retirado do interior dos tambores e em seguida injetados em um cromatógrafo a gás, marca Thermoffinigan, modelo Trace 2000 GC.

A seguir, os mamões foram minimamente processados na forma de cubos e acondicionados em jarros herméticos para a determinação da atividade respiratória. Foram retiradas amostras de gás do interior dos jarros, por volta de 1mL por amostragem, através de um septo de silicone localizado na tampa. Posteriormente, estas amostras foram injetadas no mesmo cromatógrafo a gás citado acima.

Os resultados obtidos pelo cromatógrafo foram expressos em % de CO₂. Para o cálculo da atividade respiratória foi utilizado o volume do frasco, a massa de mamões processados e o tempo em que o frasco permaneceu fechado. As amostras de gás do interior dos frascos e as leituras no cromatógrafo foram realizadas nas primeiras 8 horas, em intervalos de 1 hora. Posteriormente, as leituras foram feitas em intervalos de 24 horas durante 6 dias. Os resultados finais foram expressos em mLCO₂.kg⁻¹.h⁻¹.

3.2.3.2 Produção de Etileno

O procedimento utilizado para a determinação da produção de etileno foi semelhante ao descrito no item anterior, utilizando as mesmas amostras para tal. Foram realizadas leituras, no dia do processamento, a cada 3 horas, até a 9° hora.

Posteriormente, as leituras foram realizadas em intervalos de 24 horas durante 6 dias. Os resultados foram expressos em $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

3.2.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, dentro de cada período, com 4 tipos de tratamentos (ácido ascórbico, cloreto de cálcio, ácido ascórbico + cloreto de cálcio e controle) e 6 repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de amostras contendo aproximadamente 240g de pedaços de mamões em vidros de 580mL, hermeticamente fechados. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey (5%), através do programa estatístico SANEST (ZONTA & MACHADO, 1985).

3.3 Resultados e Discussão

A atividade respiratória de mamões 'Formosa' intactos foi de $20 \text{ mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. De acordo com Chitarra e Chitarra (1999) a atividade respiratória de mamões inteiros a 10°C , pode variar de 15 - 22 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

Após o processamento, a atividade respiratória dos mamões elevou-se em todos os tratamentos alcançando valores de 30,48; 35,19; 39,58; 45,63 $\text{mL CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, para os mamões tratados com cloreto de cálcio, combinação dos 2 tratamentos anteriores, controle e o ácido ascórbico, respectivamente (Figura 1).

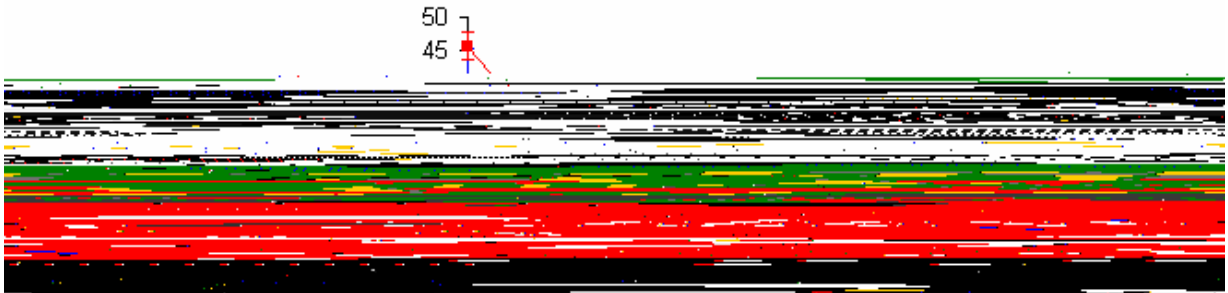


Figura 1 - Atividade respiratória para mamões minimamente processados tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 , ac. Ascórbico + CaCl_2

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

Após a primeira hora de processamento, os mamões de todos os tratamentos apresentaram decréscimo da atividade respiratória. Contudo, os mamões tratados com ácido ascórbico apresentaram níveis de atividade respiratória significativamente maiores durante o período de armazenamento ($P < 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Atividade Respiratória ($\text{mL CO}_2\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C , durante 9 dias

T	Período de armazenamento								
	0	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
1	39,58ab	22,03b	22,55b	19,09b	17,53b	17,06b	18,77b	18,74b	19,8a1ab
2	45,63a	33,88a	28,79a	27,64a	25,06a	24,88a	25,13a	24,15a	22,39a
3	30,48c	12,03b	15,92c	14,19b	11,66b	10,66c	11,81c	14,18c	16,23b
4	35,19c	10,53b	20,85b	17,67b	12,38b	13,94bc	14,52bc	14,63c	16,12b

T	Período de armazenamento					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
1	20,16b	16,43b	13,29b	12,08b	11,55b	11,64b
2	25,16a	21,61a	18,14a	15,28a	14,77a	13,94a
3	8,16c	4,28c	3,34c	4,05c	2,68c	5,31c
4	9,12c	6,51c	3,94c	4,27c	3,39c	3,95c

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T: tratamentos; 1: controle, 2: ácido ascórbico, 3: cloreto de cálcio (1%), 4: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Antonioli (2004) em pesquisa com abacaxis 'Pérola' minimamente processados, onde foram observadas atividades respiratórias superiores ao controle nos tratamentos que continham ácido ascórbico.

Segundo Saavedra Del Aguila (2004), níveis de atividade respiratória mais elevados em função do tratamento com ácido ascórbico se devem, provavelmente, ao uso deste como substrato para a respiração pelo vegetal. O autor verificou que rabanetes minimamente processados, tratados com ácido ascórbico na concentração de $2000\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, apresentaram atividade respiratória mais elevada imediatamente após o processamento e ao longo do período armazenamento, quando comparados com outros tratamentos, incluindo o controle.

Os mamões tratados com cloreto de cálcio (1%) e a combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%), apresentaram atividade respiratória significativamente menor ($P < 0,05$) em relação aos outros tratamentos a partir do 1° armazenamento, alcançando a estabilização no 2° dia de armazenamento, com valores de 4,28 e $6,51\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente (Tabela 2; Figura 2).

A redução na atividade respiratória mediante a aplicação de cálcio pode ser devido ao fato do cálcio limitar a difusão do substrato que se origina do vacúolo, o qual contribui para ação das enzimas que participam da respiração no citoplasma (ROLLE, CHISM 1987).

Para os mamões tratados com a combinação dos agentes químicos verifica-se que, apesar do ácido ascórbico ter colaborado para o aumento da atividade respiratória, a ação do cálcio foi bastante eficiente para a minimização da mesma, alcançando a estabilização a partir do 2º dia de armazenamento (Figura 1)

Com relação à produção de etileno, os mamões inteiros obtiveram, inicialmente, cerca de $0,3\mu\text{L C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$. Imediatamente após o processamento, todos os mamões processados, incluindo o controle, apresentaram aumento da produção de etileno. A partir da 6ª hora, apenas os frutos sob controle mantiveram aumento, enquanto aqueles submetidos a tratamentos químicos apresentaram queda gradual (Figura 2).

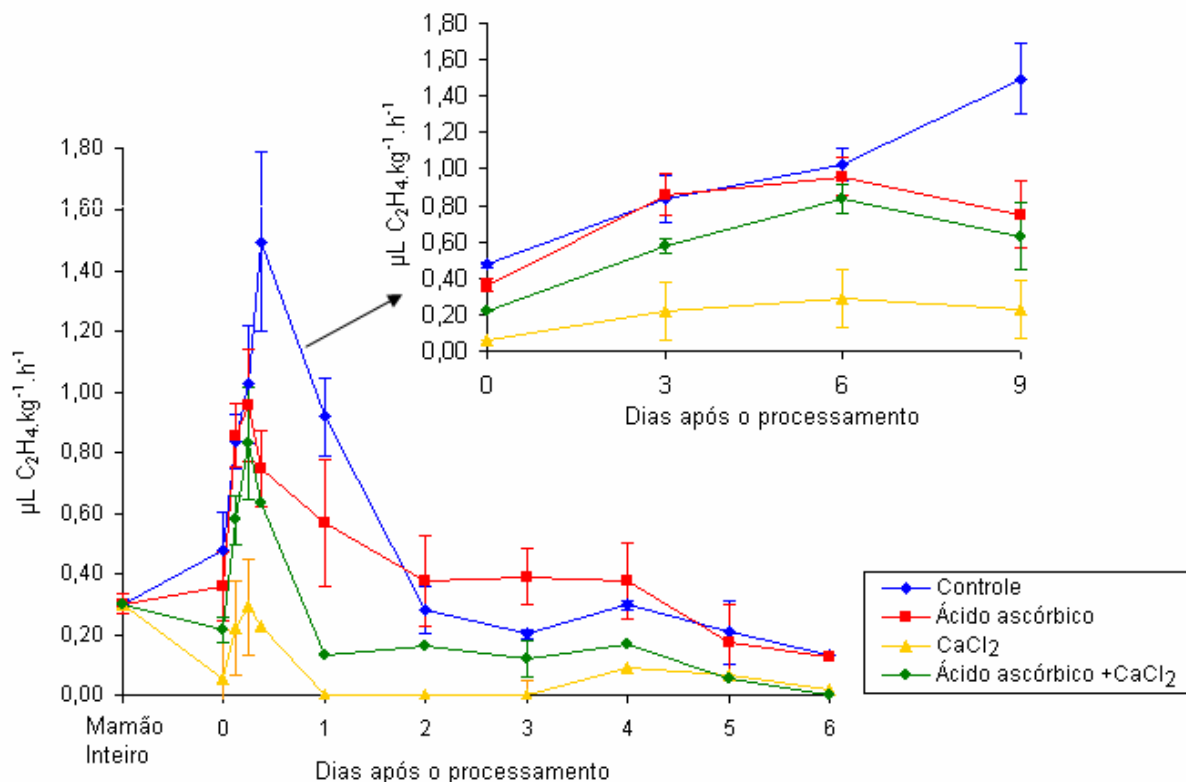


Figura 2 - Produção de etileno para mamões minimamente processados tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e ácido ascórbico + CaCl_2

O aumento da produção de etileno, verificado logo após o processamento, pode ser uma resposta hormonal e bioquímica ao estresse causado pelo corte uma vez que o primeiro alvo desse estresse é a membrana plasmática, a qual responde com mudanças em suas características físicas, de forma a contornar tais perturbações e tentar reparar os danos causados durante o processamento (SAKR et al., 1997).

Em estudo realizado por Paull e Chen (1997) em mamões minimamente processados, cortados em metades e sem sementes, foi constatado que após o processamento a produção de etileno aumentou significativamente, contudo obteve-se redução dentro de um dia.

Durante os dias de armazenamento, todos os tratamentos e o controle apresentaram queda na produção de etileno, sendo que os mamões tratados com CaCl_2 não apresentaram produção deste gás no 1º, 2º e 3º dias de armazenamento (Figura 2; Tabela 3).

Tabela 3 – Produção de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{.h}^{-1}$) de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, durante 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento horas			
	0º	3º	6º	9º
C	0,39a	0,83a	1,02a	1,48a
AA	0,29ab	0,86a	0,95a	0,74b
CaCl_2	0,05b	0,22b	0,28b	0,23b
AA + CaCl_2	0,21ab	0,58ab	0,83a	0,63b

Tratamentos	Período de armazenamento dias					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
C	0,91a	0,40a	0,22ab	0,30ab	0,20a	0,17a
AA	0,56ab	0,37a	0,39a	0,37a	0,17a	0,12ab
CaCl_2	0,00b	0,00a	0,00b	0,08c	0,06c	0,01ab
AA + CaCl_2	0,13b	0,00a	0,11b	0,16bc	0,05a	0,00b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

A ocorrência de danos físicos promove a biossíntese de etileno, contudo nem todos os tecidos vegetais respondem ao estresse através do aumento da produção deste hormônio, podendo ser tão baixa que não se torna possível sua detecção em cromatógrafo, cujo limite é de $0,1\mu\text{L.C}_2\text{H}_4.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (SAAVEDRA DEL AGUILA, 2004).

Apenas os mamões tratados com cloreto de cálcio apresentaram níveis significativamente menores que os frutos sob controle durante o período de horas avaliado (no dia do processamento, 3º, 6º e 9º hora) e no 1º, 4º e 5º dia de armazenamento (Tabela 3). As menores produções de etileno para mamões tratados com cloreto de cálcio podem ser justificadas por estudo realizado por Matto et al. (1991), o qual afirma que o cálcio atua na biossíntese do etileno, inibindo a conversão do ácido 1-amino-ciclo-propano-carboxílico (ACC) para etileno.

Os mamões tratados somente com ácido ascórbico apresentaram, dentro de cada tempo, com exceção da 9º hora, níveis estatisticamente semelhantes aos mamões sob controle mostrando que foram pouco eficazes para o abaixamento da produção de etileno (Tabela 3).

3.4 Conclusões

- A ação do ácido ascórbico não demonstrou eficiência na minimização da atividade respiratória e produção de etileno em mamões minimamente processados, apresentando, para a atividade respiratória, níveis superiores aos mamões submetidos ao controle.
- A aplicação de CaCl_2 (1%) mostrou-se eficaz para minimização da atividade respiratória e produção de etileno de mamões minimamente processados, podendo colaborar para o prolongamento da vida útil do fruto processado.

Referências

ABELES, F.B. **Ethylene in plant biology**. New York: Academic Press, 1973. 302p.

ANTONIOLLI, L.R. **Processamento mínimo de abacaxi “pérola”**. 2004. 166p. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2004

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

CHITARRA, A.B **Armazenamento de frutos e hortaliças por refrigeração**. Lavras:UFLA/FAEPE, 1999. 62 p

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

FAO. **Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate**. Santiago: EditoraUCH, 1992. 413p.

KATO-NOGUCHI, H.; WATADA, A.E. Citric acid reduces the respiration of fresh-cut carrots. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 1, p. 136, Feb. 1997.

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, April.1997.

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

MORETTI, C.L.; MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Respiratory activity and browning of minimally processed sweet potatoes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p. 497-500, 2002.

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

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

SAKR, S.; NOUBANHI, M.; BOURBOULOX, A.; RIESMEIER, J.; FROMMER, W.B.; SAUER, N.; DELROT, S. Cutting, ageing and expression of plant membrane transporters. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1330, p. 207-216,1997.

SCOTT, K.J.; WILLS,R.B.H. Postharvest application of calcium as control for storage breakdown of apples. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89, p. 204-210, 1993.

VITTI, M.C.D. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterraba minimamente processada**. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W.B.; HALL. E.G. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**.Wesport: AVI, 1981.163p.

4 Avaliação das qualidades físico-química, sensorial e microbiológica de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos

Resumo

Este experimento teve como objetivo avaliar a qualidade final bem como o período de conservação de mamões minimamente processados submetidos a 3 tipos de tratamentos químicos e um controle. Mamões 'Formosa' foram minimamente processados na forma de cubos, tratados com solução de CaCl_2 (1%), ácido ascórbico (0,5%), CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (0,5%) e devidamente embalados em embalagens de polietileno tereftalato rígidas (PET). Mamões sem aplicação de tratamento químico foram utilizados como controle. As análises físico-químicas ocorreram no dia do processamento e posteriormente a cada 3 dias até o 9º dia de armazenamento e visaram a determinação da perda de massa, cor, textura, vitamina C, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis, pectina total e solúvel e açúcares redutores e totais. As análises microbiológicas dos mamões processados ocorreram no dia do processamento, no 5º e 9º dias de processamento e visaram determinar o número mais provável de coliformes totais e fecais, contagem de psicotróficos e a presença de *Salmonella*. Tanto as análises físico-químicas quanto microbiológicas, realizadas no dia do processamento, visaram caracterizar os mamões minimamente processados quanto aos aspectos físico-químicos e microbiológicos e, portanto, não foram considerados os efeitos dos tratamentos químicos. A análise sensorial foi realizada no 1º, 3º, 6º e 9º dias de armazenamento e visaram avaliar o sabor, textura e aparência dos mamões submetidos aos tratamentos químicos e controle. Os resultados mostraram que os mamões tratados com CaCl_2 (1%) e a combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%) mantiveram as características físico-químicas satisfatórias durante 9 dias, principalmente quanto à retenção de açúcares no tecido, preservação da coloração e textura. Por outro lado, os mamões tratados com ácido ascórbico tiveram sua qualidade prejudicada, principalmente com relação à textura, apresentando amolecimento dos tecidos, evidenciada pela maior solubilização da pectina. Os resultados da avaliação sensorial mostraram que mamões adicionados de cloreto de cálcio tiveram melhores notas que os demais tratamentos, obtendo na escala de

pontos, médias de textura e aparência entre não gostei nem desgostei e gostei regularmente enquanto aqueles tratados com ácido ascórbico tiveram estes parâmetros prejudicados, com avaliações entre não gostei nem desgostei e desgostei ligeiramente. Isto mostrou que a adição de ácido ascórbico não foi eficaz para a preservação da qualidade de mamões minimamente processados e prolongamento da vida útil. Não foram detectados coliformes totais, fecais e *Salmonella* em todos os frutos processados. As contagens de bactérias psicrotólicas mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para todos o tratamentos aplicados.

Palavras-chave: qualidade, vida útil, tratamentos, microbiologia, sensorial.

Evaluation of the physical-chemical, microbiological and sensorial quality of minimally processed papayas submitted to chemical treatments.

Abstract

This experiment had as objective to evaluate the final quality as well as the period of conservation of minimally processed papayas, submitted to 3 types of chemical treatments and a control. 'Formosa' papayas were minimally processed in cubes, treated with 3 types of solutions (CaCl_2 (1%) solution , ascorbic acid (0,5%) solution and CaCl_2 (1%) + ascorbic acid (0,5%) solution) and properly wrapped in packings of rigid polyethylene terephthalate (PET). Papayas without application of chemical treatment were used as control. The physical-chemical analyses were made in the day of processing and, after this date at every 3 days until the ninth day of storage. Through these analyses were determinatated the mass loss, color, texture, vitamin C, total acidity, soluble solids rate, total pectine, soluble pectine, total sugars and reducer sugars. The microbiological analyses of the processed papayas were made on the processing day, in the fifth and ninth day after the processing. These analyses determined the most probable number of total and fecal coliforms, counting psychotrophic and the presence of *Salmonella*. The physichal-chemical and microbiological analyses, accomplished on the processing day, were made to characterize the the physichal-chemical and microbiological aspects of minimally

processed papayas, therefore, the effects of the chemical treatments were not considered. The sensorial analysis was accomplished in the 1st, 3rd, 6th and 9th days of storage and evaluate the taste, texture and appearance of the papayas submitted to the chemical treatments and the control. The results showed that the papayas treated with CaCl₂ (1%) and the combination of CaCl₂ (1%) and ascorbic acid (0,5%) maintained the satisfactory physichal-chemical characteristics for 9 days, mainly the retention of sugars in the tissues, the color preservation and the texture. On the other hand, the papayas treated with ascorbic acid had the quality prejudiced, mainly regarding the texture, presenting softening of the tissues, evidenced by the greatest pectin solubilization. The results of the sensorial evaluation showed that papayas trated with calcium chloride had better notes than the other treatments, obtaining in the scale of points, texture averages and appearance among "I didn't like" nor "I displeased" and "I liked regularly" while the treatments with ascorbic acid had these parameters prejudiced, with evaluations among "I didn't like" nor "I displeased" and "I displeased lightly". These results demonstrate that the addition of ascorbic acid was ineffective on the quality preservation of the of minimally processed papayas and on the prolongation of the shelf life. Total and fecal coliforms and *Salmonella*

mercado, tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo tem sido dificultada pela curta vida útil dos mesmos (CENCI, 2000).

A redução da vida útil deste tipo de produto se deve, principalmente, às mudanças fisiológicas indesejáveis, ocasionadas em decorrência do processamento, que induz à perda da integridade celular da superfície cortada, reações de escurecimento e formação de metabólitos secundários indesejáveis, além de degradação da cor, textura, sabor e aroma (LIMA, 2000).

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

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

Kader (1995), estudando maçãs 'Fuji' fatiadas e tratadas com 2% de ácido ascórbico, constatou que este tratamento colaborou na redução do escurecimento e aumentou da vida útil das mesmas.

A eficiência do cloreto de cálcio tem sido comprovada por diversos estudos, realizados com produtos minimamente processados, relacionando os efeitos desejáveis dos mesmos sobre a manutenção da estrutura da parede celular. Carvalho (2000) verificou em kiwis minimamente processados, tratados com cloreto de cálcio, uma vida útil de 10 dias, comprovando os efeitos desejáveis do cálcio no retardamento da maturação, senescência e desordens fisiológicas.

Além disso, a combinação de agentes químicos, também, tem sido utilizada para a prevenção do escurecimento de frutos e vegetais minimamente processados, dentre os quais destaca-se o uso de ácido ascórbico e de compostos à base de cálcio em diversas concentrações. Em estudo realizado por Wang (2006) foi constatada a eficiência do uso de diversos tipos de preservativos químicos, como sorbato de potássio (0,05 M), propianato de cálcio (0,05 M) e ácido ascórbico (0,1M), em diferentes

combinações, para a preservação do escurecimento em frutos em vegetais minimamente processados, como mangas, bananas, pêssegos e maçãs.

Este experimento visou detectar a eficiência do uso de 2 tipos de preservativos químicos, ácido ascórbico (0,5%) e cloreto de cálcio (1%), separadamente e em combinação, sobre a preservação da qualidade e vida útil de mamões minimamente processados.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Obtenção e acondicionamento dos mamões

Para o experimento, foram utilizados frutos do mamoeiro (*Carica papaya* L), cultivar Formosa e categoria extra, no terceiro estágio de maturação (meio maduro) e 50% da superfície da casca amarelada. Os frutos foram obtidos da Ceasa de Piracicaba, selecionados no local de compra e levados até o Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Produção Vegetal da Esalq/USP, onde foram lavados com detergente para eliminar as sujidades grosseiras, em seguida imersos em solução clorada com 200 mg.L^{-1} por 15 min. Para a retirada do calor de campo, foi realizado um pré-resfriamento dos frutos, através do armazenamento em câmara fria a 12°C (85% a 90% UR), por um período de 12 horas.

4.2.2 Processamento Mínimo

O processamento foi realizado sobre uma mesa de inox no interior de uma câmara fria a 12°C , a qual foi previamente higienizada e sanitizada com solução à base de cloro 200 mg.L^{-1} . De maneira a se evitar qualquer tipo de contaminação microbiana, os operadores utilizaram luvas, aventais, máscaras e tocas. As etapas do processamento foram:

a. Descascamento e Corte:

Os mamões foram descascados e cortados ao meio. Posteriormente foram retiradas as sementes. Cada metade, previamente descascada, foi cortada em 4 fatias longitudinais e, a seguir, em cubos com aproximadamente 3cm de lado.

b. Desinfecção:

Os cubos foram imersos em solução de cloro, de nome comercial SUMAVEG, com princípio ativo denominado Dicloro S-Triazinatriona Sódica Diidratada em pó, contendo 3% de cloro ativo. A concentração utilizada foi de 100 mg.L^{-1} por um período de 3 minutos, de modo a colaborar para a redução da carga microbiológica.

c. Drenagem 1:

Os pedaços de mamão foram drenados em escorredor de plástico por 2 minutos.

d. Imersão nos tratamentos químicos:

Parte dos cubos previamente imersos em solução de ácido ascórbico na concentração de 0,5%. Outra parte dos cubos foram imersos em solução de CaCl_2 na concentração de 1% e uma terceira parte dos cubos foram imersos em solução contendo a combinação dos 2 tratamentos anteriores, de ácido ascórbico(0,5%) e CaCl_2 (1%).

e. Drenagem 2:

Os pedaços de mamão foram, novamente, drenados em escorredor de plástico por 2 minutos.

f. Embalagem:

Cerca de 100g de mamão processado foram acondicionados em embalagem de polietileno tereftalato rígida (PET), marca Selovac, sem fechamento hermético e com capacidade de 500mL.

4.2.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas realizadas para os mamões minimamente processados foram:

a. Perda de massa: os frutos foram pesados em balança semi-analítica e os resultados expressos em porcentagem, considerando a diferença entre a massa inicial dos cubos e a massa obtida a cada intervalo de tempo analisado.

b. Textura: a avaliação da textura foi feita através da célula universal do “Texture Test System” modelo TP-1. A velocidade do pistão é de 20cm/min. Os resultados foram expressos em Newton (N).

c. Cor: determinada com colorímetro Color Minolta, modelo CR-300, tomando-se a leitura em 3 cubos por repetição de cada tratamento. Os resultados foram expressos em L,c,h, L: luminosidade, c: cromaticidade e h: ângulo de Hue.

d. pH: foi realizada leitura em polpa homogeneizada com pHmetro da marca Tecnal (Carvalho et al., 1990).

e. Vitamina C total: primeiramente foram tomados 10g da amostra e colocados em frasco Erlenmeyer contendo 50mL de solução de ácido oxálico. A titulação foi efetuada com o indicador DCFI (2,6-diclorofenol indolfenol-sódico) até atingir a coloração rosada, persistente por 15 segundos (Carvalho et al., 1990). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

f. Acidez total titulável: foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N até pH 8,1, com os resultados expressos em g ácido cítrico / 100 g da polpa (Carvalho et al., 1990).

g. Teor de sólidos solúveis: a partir da trituração de cada amostra em multiprocessador doméstico, uma gota do suco proveniente desta foi colocada em um refratômetro digital manual Atago, com a leitura sendo feita em °Brix (Carvalho et al., 1990).

h. Açúcares Solúveis Totais : Foi utilizado o método de Lane-Eynon o qual leva à ebulição a combinação de 5 mL da solução A e 5 mL da solução B dos reativos de

Fehling e 50 ml de água. Para a determinação utilizou-se como agente titulante a amostra devidamente diluída. O aparecimento de precipitado vermelho foi usado como indicador do ponto de viragem (Demiaty et al., 2002).

i. Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS): Foram extraídas de acordo com McCreedy e McComb (1952) e determinadas em espectrofotômetro segundo a técnica de Blumenkrantz e Asboe-Hansen (1973). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico/100g de peso fresco.

4.2.4 Análise Sensorial

Esta etapa foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição em cabines individualizadas para avaliação do sabor, textura e aparência dos mamões processados, submetidos aos tratamentos químicos e um controle (mamões processados sem tratamento químico).

Primeiramente, os provadores receberam 4 amostras codificadas, cada uma contendo 2 cubos de mamões processados, por volta de 40g de produto, para avaliação da textura e o sabor dos mamões processados. Cada amostra foi composta por mamões sem tratamento, mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%), mamões tratados com CaCl_2 (0,1%) e mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%) e CaCl_2 (0,1%), respectivamente. Posteriormente os provadores avaliaram a aparência dos mamões processados submetidos aos 3 tratamentos químicos e controle, através de 4 amostras codificadas contendo aproximadamente 100g de produto cada uma.

A textura e o sabor foram avaliados em cabines com lâmpada vermelha para mascarar a cor e a aparência em cabines com lâmpadas fluorescentes (2 x TL-86 a 6500K tubulares - são a base da luz do dia) para melhor visualização das amostras. Os atributos sensoriais acima descritos foram avaliados por um equipe de 18 provadores não treinados utilizando-se Teste Afetivo com Escala Hedônica de 9 pontos, variando entre gostei extremamente e desgostei extremamente (Figura 3) (Poste t al., 1991). As avaliações ocorreram no 1º, 3º, 6º e 9º dias e os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação das médias pelo teste de Tukey (5%) através do programa estatístico SANEST (ZONTA & MACHADO, 1985).

Nome: _____

Telefone: _____ Data: _____

Obrigado por colaborar na pesquisa com mamão minimamente processado

Primeiramente, você avaliará a textura e em seguida o sabor de 4 amostras de mamão.

Para isto você receberá 4 amostras (indique o número da amostra do lado da nota que você indicar).

1 Indique o quanto você gostou da textura do produto:

- 9. gostei extremamente
- 8. gostei muito
- 7. gostei regularmente
- 6. gostei ligeiramente
- 5. não gostei nem desgostei
- 4. desgostei ligeiramente
- 3. desgostei regularmente
- 2. desgostei moderadamente
- 1. desgostei extremamente

2. Indique o quanto você gostou do sabor do produto:

- 9. gostei extremamente
- 8. gostei muito
- 7. gostei regularmente
- 6. gostei ligeiramente
- 5. não gostei nem desgostei
- 4. desgostei ligeiramente
- 3. desgostei regularmente
- 2. desgostei moderadamente
- 1. desgostei extremamente

Por favor, indique a amostra que você mais gostou e menos gostou (use palavras ou frases):

Gostei	Não gostei
n.amostra ()	n. amostra ()
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Neste momento dirija-se para a última cabine para avaliação da aparência do produto.

Você avaliará 4 amostras (indique o número da amostra do lado da nota que você indicar)

1 Indique o quanto você gostou do aroma do produto:

- () 9. gostei extremamente
- () 8. gostei muito
- () 7. gostei regularmente
- () 6. gostei ligeiramente
- () 5. não gostei nem desgostei
- () 4. desgostei ligeiramente
- () 3. desgostei regularmente
- () 2. desgostei moderadamente
- () 1. desgostei extremamente

Por favor, indique a amostra que você mais gostou e menos gostou (use palavras ou frases):

Gostei	Não gostei
n.amostra ()	n. amostra ()
_____	_____
_____	_____

Figura 3 - Ficha sensorial em escala hedônica para avaliação dos mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos

4.2.5 Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas nos dias 0, 5° e 9°, onde as análises realizadas no dia do processamento visaram caracterizar, quanto ao aspecto microbiológico, a matéria-prima utilizada. Nos demais dias de análises foi verificada a eficiência dos tratamentos químicos sobre a manutenção da qualidade microbiológica dos mamões minimamente processados. A microbiota contaminante foi avaliada pela presença ou ausência de *Salmonella*, contagem de bactérias psicrotróficas e número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais.

a -) Número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais

A estimativa do NMP de coliformes totais e fecais (a 45C), foi realizada através da técnica de tubos múltiplos, segundo Swanson, Petran e Hanlin (2001). Para o teste presuntivo foram inoculadas séries de 5 tubos a partir das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , contendo o caldo Lauril Sulfato Triptose com tubos de Durham. Os tubos foram incubados a 35°C por 24 a 48 horas. Ao final da incubação, alíquotas daqueles que apresentaram formação de gás no tubo de Durham, foram inoculados em tubos com caldo verde brilhante lactose bile, com incubação a 35°C por 24 a 48 horas, para o teste confirmativo de coliformes totais e em tubos com caldo EC, com incubação em bahomaria a 45° C por 24 horas, para o teste confirmativo de coliformes a 45°C (fecais)

b -) Contagem total de bactérias psicrotróficas

Para a contagem de bactérias psicrotróficas utilizou-se o meio Ágar Padrão para Contagem (PCA). A partir da diluição de 10^{-1} até 10^{-3} , os mamões processados foram plaqueadas em profundidade, com 1mL de cada diluição em duplicata, acrescentando-se \pm 20mL do meio PCA, fazendo movimentos das placas em forma de 8 para homogeneizar o meio. Após o plaqueamento, as placas permaneceram em repouso até completa solidificação do meio, sendo, então invertidas e incubadas a 7°C por 10 dias (Vanderzant & Splittstoesser, 1992). Decorrido o tempo de incubação foram

selecionadas as placas e fez-se a contagem das mesmas, com auxílio do contador de colônias tipo Quebec.

c -) Detecção de Salmonella

Para detecção de *Salmonella* foi utilizado o Kit “1-2 test”, fabricado pela BioControl/USA. Trata-se de um método oficial aprovado pela Association of Official Analytical Chemists International (AOAC,2000). Primeiramente foi feito um pré-enriquecimento de cada amostra analisada, inoculando-se 25g de mamão minimamente processado em um erlenmeyer contendo 225 mL de caldo lactosado, com incubação em estufa a 35°C por 24 horas.

Posteriormente fez-se o preparo dos kits, compostos, cada um, de dois compartimentos. Uma amostra pré-enriquecida (0,1 mL) foi inoculada na câmara de inoculação, onde primeiramente foi adicionada uma gota de solução de iodo-iodeto e removendo-se depois, com auxílio de uma pinça estéril, o tampão desta câmara. A câmara de motilidade contém um meio não seletivo. Esta câmara é fechada por uma pequena ponteira (que foi retirada) para formar um vão no gel, e adicionou-se uma gota da solução de anticorpos polivalentes anti-*Salmonella*. Incubaram-se os kits a 35°C por 24 a 48 horas. A possível presença de *Salmonella* é caracterizada pela formação de uma imunobanda na metade superior do gel na câmara de motilidade. Trata-se de uma banda branca que apresenta forma de U, formada pela aglutinação das células da bactéria com a solução de anticorpos.

4.2.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para as análises físico-químicas foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial de (4x4) e três repetições. Os fatores foram constituídos de 4 tipos de tratamentos (ácido ascórbico, cloreto de cálcio e ácido ascórbico + cloreto de cálcio e controle), 4 períodos (dia do processamento, 3°, 6° e 9° de armazenamento). As parcelas experimentais foram constituídas de amostras contendo aproximadamente 100g de mamões processados embalados em embalagem tipo PET. Os resultados obtidos para as análises físico-químicas foram submetidos à

análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey (5%), através do programa estatístico SANEST (ZONTA & MACHADO, 1985). As análises físico-químicas realizadas no dia do processamento foram destinadas à caracterização dos mamões recém-processados e, portanto, não foram considerados os efeitos dos tratamentos químicos utilizados.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Características físico-químicas

4.3.1.1 Perda de massa

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

Não foram encontradas diferenças para a perda de massa entre os tratamentos, ao nível de significância de 5%, contudo foi detectado efeito significativo do período de armazenamento. A variável analisada apresentou aumento gradual ao longo do período de armazenamento, porém com valores inferiores a 2% (Figura 4). Carvalho (2000) estudando kiwis minimamente processados tratados com CaCl_2 (1%), ácido ascórbico (1%), ácido cítrico (1%) e controle, acondicionados em embalagem tipo PET verificou aumento na perda de massa durante o período experimental inferior a 1%.

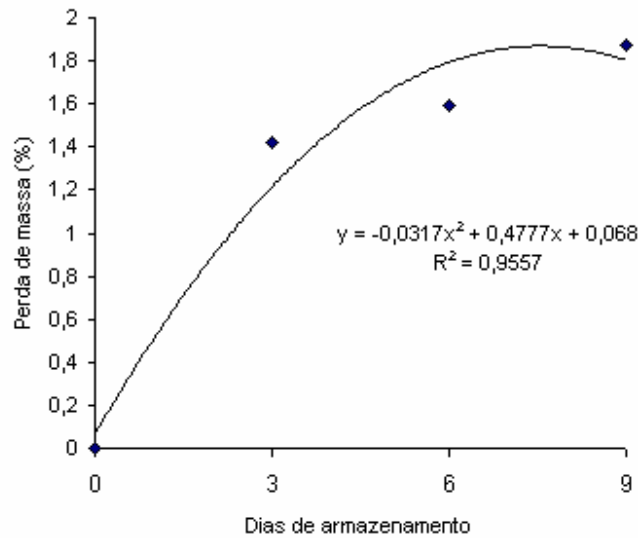


Figura 4 - Valores médios da perda de massa em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Em estudo realizado por Miranda (2001) foi verificado em mamões tratados com CaCl_2 (1%) perda de massa superior ao controle, afirmando que tal tratamento foi pouco eficaz para manutenção deste parâmetro.

A pequena perda de massa detectada neste experimento foi, provavelmente, devido à perda de água pelo déficit de pressão, desenvolvido no interior das embalagens PET, uma vez que as mesmas apresentaram vedação deficitária e, assim, não colaboraram para o desenvolvimento de uma atmosfera modificada que pudesse promover aumento da umidade relativa e preservação da água no interior dos frutos.

Segundo Peroni (2002), a perda de massa pode representar sérios prejuízos econômicos para os frutos que são comercializados por unidade de massa, contudo, neste experimento, as perdas, obtidas ao longo de 9 dias de armazenamento, para todos os tratamentos inclusive o controle puderam ser consideradas mínimas e inferiores a 2% não resultando em perdas na aparência, ou murchamento.

4.3.1.2 Cor

Luminosidade

A cor de mamões minimamente processados foi avaliada em termos de L,c,h, sendo que a variável L indica a luminosidade, variando de zero para preto e 100 para branco.

Todos os mamões processados, incluindo o controle, apresentaram queda gradual, porém pouco significativa da luminosidade ao longo do período de armazenamento, indicando que houve leve escurecimento da polpa dos mamões. Sarzi (2002), avaliando a coloração da polpa quanto à luminosidade verificou que este parâmetro não se alterou significativamente durante o período de armazenamento, atingindo valores médios de 58,71 a 61,63, para as metades e 56,27 a 56,20, para os pedaços. Neste experimento foi obtido valor médio para a luminosidade de 54,98.

Não foram encontradas diferenças significativas, ao nível de significância de 5%, entre os tratamentos químicos, CaCl_2 (1%), ácido ascórbico (0,5%), combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%), e o controle, mostrando que o uso desses aditivos não influenciou a luminosidade dos mamões processados.

Peroni (2002), estudando melões minimamente processados, tratados com diferentes concentrações de CaCl_2 (0; 0,3%; 0,6%; 0,9% e 1,2%) constatou interação significativa entre os níveis de cloreto de cálcio e o tempo de armazenamento, sendo que o valor de L diminuiu ao longo do período de armazenamento e no final do 10º dia verificou-se translucidez no produto, indicando que o mesmo estava em estágio avançado de senescência.

Saavedra Del Aguila (2004) verificou que o uso de tratamento com ácido ascórbico não foi efetivo na minimização do escurecimento enzimático em rabanetes minimamente processados já que apresentaram queda significativa da luminosidade e nível semelhante ao encontrado no controle.

Cromaticidade

A cromaticidade representa a intensidade da pigmentação da cor predominante no produto analisado. Neste experimento foi verificado que somente os mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%) apresentaram aumento significativo deste parâmetro a partir do 3º dia de armazenamento, denotando pigmentação alaranjada mais intensa (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores de cromaticidade em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	49,70aB	49,88bB	50,26bB	51,68aA
AA	49,70aC	50,95aB	51,49aAB	51,77aA
CaCl ₂	49,70aA	49,81bA	49,85bA	50,07bA
AA+ CaCl ₂	49,70aA	49,82bA	49,89bA	50,12bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

Sarzi (2002), avaliando a cor da polpa de mamões minimamente processados verificou que o tipo de preparo influenciou na quantidade de pigmentos dos produtos (cromaticidade), sendo que os pedaços, apresentaram valores mais elevados para o croma que aqueles cortados em metades obtendo níveis médios de 49 e 45, respectivamente.

Os mamões tratados com CaCl₂ (1%), CaCl₂ (1%) mais ácido ascórbico (0,5%) obtiveram valores de cromaticidade semelhantes aos mamões recém processados durante todo o período de armazenamento e significativamente menor que os valores encontrados para os mamões tratados somente com ácido ascórbico (0,5%), mostrando que os primeiros tiveram preservação da pigmentação alaranjada. O ácido ascórbico contribuiu com a coloração alaranjada mais intensa que os demais tratamentos até o 9º dia de armazenamento. No último dia de armazenamento (9º dia), os mamões sob

controle obtiveram aumento da cromaticidade em níveis semelhantes aos mamões tratados com ácido ascórbico.

Ângulo Hue

Foram verificadas alterações significativas apenas quando se consideraram os fatores: tratamento químico e período de armazenamento, separadamente. A partir do 3º dia de armazenamento as médias dos tratamentos químicos apresentaram queda significativa alcançando no 9º dia valores menores que os obtidos no dia do processamento (Figura 5). Isto mostrou que a coloração dos mamões processados tendeu a se tornar mais alaranjada.

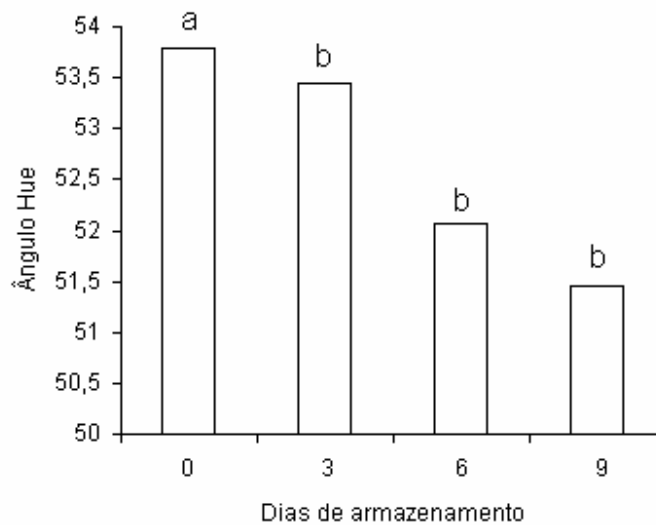


Figura 5 - Valores médios obtidos para o Ângulo Hue em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Quando se observam as diferenças entre os tratamentos químicos verifica-se que os mamões tratados com ácido ascórbico e sob controle obtiveram média significativamente menor para o ângulo Hue, denotando coloração alaranjada mais intensa que os mamões que tiveram adição de cloreto de cálcio (Figura 6).

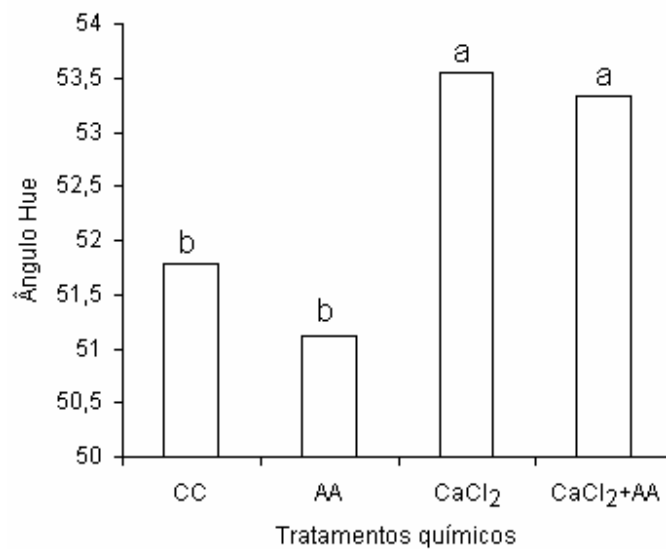


Figura 6 - Valores médios do Ângulo Hue em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%)

Segundo Lurie e Klein (1992) a elevação do conteúdo de cálcio colabora para a inibição das mudanças de coloração no tecido de muitos frutos climatéricos, bem como para o abaixamento da atividade respiratória e produção de etileno durante o amadurecimento. Provavelmente mamões adicionados de cloreto de cálcio tiveram suas atividades respiratórias menor, devido à absorção de cálcio pelo tecido dos mesmos, colaborando para a preservação da coloração.

Em estudo realizado por Sarzi (2002) foi verificado que tanto os tipos de preparo quanto a temperatura não interferiram na cor da polpa de mamões minimamente processados, pois os valores obtidos para o ângulo Hue mantiveram-se estáveis em $53,88^{\circ} \pm 0,36$.

4.3.1.3 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis representa a concentração de substâncias dissolvidas no conteúdo celular, entre as quais destacam-se, as vitaminas, pectinas, fenóis, ácidos

orgânicos, pigmentos e principalmente os açúcares, podendo constituir cerca de 85-90% deste parâmetro (CHITARRA e ALVES, 2001).

Inicialmente, verificou-se que apenas os mamões tratados com ácido ascórbico obtiveram queda significativa no teor de sólidos solúveis em relação aos demais tratamentos, inclusive o controle (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de teor de sólidos solúveis (°Brix) em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)			
	0	3	6	9
C	10,94aA	11,06aA	10,56bB	10,13bC
AA	10,94aA	10,43bB	10,23cBC	10,10bC
CaCl ₂	10,94aA	11,03aA	10,96aAB	10,63aB
AA+ CaCl ₂	10,94aA	11,06aA	11,00aAB	10,76aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

Isto se deve, provavelmente, ao estresse causado durante o processamento, o qual acelerou o metabolismo respiratório assim como o consumo dos substratos neste tipo de tratamento. Miranda (2001) não verificou alterações significativas para o teor de sólidos solúveis em mamões minimamente processados, tratados com ácido ascórbico (0,5%), CaCl₂ (1%), H₂O₂ (1%) e controle, atribuindo tal fato à baixa quantidade de amido no fruto, o qual foi insuficiente para alterar o conteúdo de carboidratos solúveis totais.

Até o 6° dia de armazenamento, os mamões tratados com CaCl₂ (1%) e ácido ascórbico (0,5%) e somente com CaCl₂ (1%) obtiveram níveis de sólidos solúveis semelhantes aos mamões recém processados, enquanto aqueles sob controle e tratados com ácido ascórbico mantiveram queda significativa. Isto demonstra a eficácia do uso de cloreto de cálcio para a preservação dos substratos presentes nos mamões processados

Os mamões tratados com ácido ascórbico e sob controle, os quais apresentaram queda significativa do teor de sólidos solúveis, alcançaram, no último dia de avaliação, níveis semelhantes entre si e significativamente mais baixos que os demais, denotando, portanto, maior consumo de substratos disponíveis e pouca eficiência na preservação dos mesmos.

Apesar das variações de teor de sólidos solúveis entre os tratamentos, ao final do período de armazenamento, todos os tratamentos alcançaram níveis próximos e dentro da faixa proposta por Peroni (2002). Segundo o autor, vários países usam os valores de sólidos solúveis totais como guia de mercado para aceitabilidade, com variação mínima de 8% a 10%.

4.2.3.4 pH

Foi detectado efeito significativo para a interação entre os tratamentos aplicados aos mamões processados e o período de armazenamento com relação ao pH dos frutos. No início do armazenamento, todos os mamões processados obtiveram queda no pH, com exceção dos tratados apenas com o cloreto de cálcio, o quais apresentaram decréscimo no pH somente no último dia, enquanto que os demais tratamentos apresentaram queda logo no 3º dia de armazenamento (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores para o pH de mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	4,98aA	4,87aB	4,90abB	4,80bcC
AA	4,98aA	4,64cC	4,81cB	4,76cB
CaCl ₂	4,98aA	4,96bA	4,91aAB	4,88aB
AA+ CaCl ₂	4,98aA	4,67cC	4,84bB	4,85abB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

A queda verificada para os tratamentos foi devido, provavelmente, à adição deste ácido durante o processamento. Segundo Beuchat e Golden (1989), o mecanismo de atuação dos ácidos orgânicos pode estar diretamente relacionado com a redução de pH no interior das células.

Durante todo o período de armazenamento os mamões tratados somente com ácido ascórbico mantiveram níveis significativamente menores que os demais tratamentos. Fontes (2005) também verificaram que maçãs minimamente processadas tratadas com solução de ácido ascórbico apresentaram valores de pH significativamente mais baixos que os demais tratamentos durante todo o período de armazenamento.

A partir do 3º dia de armazenamento, os mamões tratados com CaCl_2 (1%) conjuntamente com ácido ascórbico (0,5%) obtiveram aumento do pH com posterior estabilização até o final do período de armazenamento em níveis significativamente mais elevados que aqueles tratados somente com ácido ascórbico. Segundo Peroni (2002), o aumento da variável pH é esperado quando se adiciona o cloreto de cálcio, uma vez que este composto é um sal clorado de natureza básica, fornecendo um poder tampão. O autor verificou que o pH de melões minimamente processados aumentou significativamente com o acréscimo na concentração de CaCl_2 .

4.3.2.5 Acidez titulável (AT)

O valor da acidez titulável expressa a quantidade de ácido presente enquanto o de pH expressa apenas o ácido dissociado na solução (FONTES, 2005). Para os mamões predominam-se os ácidos málico e cítrico, os quais estão presentes em quantidades baixas, porém iguais, seguidos pelo α -cetoglutárico em menor teor (CHAN JR et al., 1971).

A acidez encontrada para os mamões recém processados foi 0,60%. Carvalho et al. (1993) encontraram valor médio de 0,74% para acidez de mamões, utilizando como ácido principal o ácido cítrico (Tabela 7).

Tabela 7 - Acidez titulável de mamões minimamente processados (g ácido cítrico.100g⁻¹) tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	0,060aB	0,064bB	0,063bB	0,072aA
AA	0,060aC	0,083aA	0,075aAB	0,074aB
CaCl ₂	0,060aA	0,064bA	0,060bA	0,064bA
AA+ CaCl ₂	0,060aB	0,081aA	0,076aA	0,072aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

Segundo Wiley (1997), a acidez nos frutos pode aumentar em condições onde se adiciona ácido ao fruto durante a realização do processamento ou em condições de processos fermentativos. No atual trabalho, os mamões tratados com ácido ascórbico apresentaram durante todo o período de armazenamento, níveis de acidez significativamente superior aos demais, mostrando que este ácido foi eficientemente absorvido pelos tecidos.

Fontes (2005), avaliando a acidez de maçãs minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos químicos, também verificou que os frutos tratados com solução de ácido ascórbico (1%) apresentaram os maiores valores de acidez durante todo o período de armazenamento.

Após o 3° dia, verificou-se uma queda significativa da acidez nos mamões que tiveram adição de ácido ascórbico, isto pode ser explicado pelo consumo do ácido durante o processo respiratório, o qual diminuiu sua concentração e, conseqüentemente, a acidez do fruto ao longo do período de armazenamento.

Miranda (2001), estudando mamões minimamente processados, constatou que não houve variações significativas da acidez entre os tratamentos aplicados neste fruto. Esta variação não significativa foi atribuída à utilização de um fruto de baixa acidez, no ponto de maturação de consumo e ao armazenamento sob condições refrigeradas por curto período.

Os mamões tratados com CaCl₂ (1%) e o controle não obtiveram variações significativas entre si até o 6° dia de armazenamento, sendo que os tratados com

cloreto mantiveram os níveis de acidez detectados nos mamões recém processados. Peroni (2002), avaliando a acidez de melões 'Amarelo' tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%), não detectou alterações significativas entre os frutos tratados e o controle, durante 10 dias de armazenamento.

No último dia, o controle apresentou aumento significativo da acidez, alcançando níveis semelhantes aos tratados com ácido ascórbico. Segundo Draetta et al. (1975), o aumento da acidez em mamões é explicado pela formação de ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina pela poligalacturonase e pectinametilesterase. O estresse provocado pelo processamento, provavelmente, colaborou para a hidrólise da pectina, formação de ácido galacturônico e aumento da acidez total titulável.

Sarzi (2002), estudando mamões minimamente processados, em metades e pedaços, verificou um acréscimo nos teores médios de acidez titulável, somente nos pedaços, durante o período de armazenamento.

4.3.1.6 Vitamina C

O ácido ascórbico e seus sais neutros são os principais antioxidantes utilizados em frutos e hortaliças para prevenção do escurecimento e outras reações oxidativas (WILEY, 1994).

No presente trabalho, foram verificados níveis mais elevados para os mamões que tiveram adição de ácido ascórbico, até o 3º dia de armazenamento. Isto mostrou que os tecidos destes mamões absorveram eficazmente o ácido, fazendo com que seus teores fossem significativamente maiores. Carvalho (2000) também observou níveis mais elevados de vitamina C para kiwis minimamente processados tratados com ácido ascórbico, alcançando aumento de 25% (Tabela 8).

Tabela 8 - Teores de ácido ascórbico em mamões minimamente processados (mg.100g de polpa⁻¹) tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	55,20aA	50,44bB	41,98cC	41,98cC
AA	55,20aA	62,35aA	52,95abB	52,32abB
CaCl ₂	55,20aA	53,26bAB	50,44bB	50,13bB
AA+ CaCl ₂	55,20aA	59,84aB	54,14aB	54,83aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

A partir do 3º dia, verificou-se que os mamões que tiveram adição de CaCl₂ (1%) obtiveram queda gradual, porém pouco significativa, quando comparados aos frutos sob controle e os tratados somente com o ácido ascórbico. Segundo Klein (1987), as alterações sofridas por frutos e hortaliças, que permitam a preservação da integridade física, garantem a preservação de nutrientes nos mesmos. Assim a preservação do teor de ácido ascórbico presente nos mamões que foram adicionados de cloreto de cálcio pode ser explicada pelo fato dos mesmos apresentarem preservação da integridade e funcionalidade da parede celular verificada pela menor solubilização de substâncias pécnicas e manutenção da textura.

Os mamões sob controle e tratados somente com ácido ascórbico obtiveram queda significativa a partir do 3º dia de armazenamento, mostrando que a atividade respiratória destes foi maior, consumindo os ácidos orgânicos disponíveis no fruto processado, os quais também são substratos para a respiração. Segundo Klein (1987), a descompartimentalização celular promovida pelas etapas de processamento, principalmente durante o descascamento e corte, aumentam a atividade respiratória e facilitam o contato entre substratos e enzimas, resultando em uma rápida degradação da vitamina C.

Carvalho (2000) constatou a preservação de ácido ascórbico para kiwis minimamente processados, tratados com CaCl₂ (1%), ácido ascórbico (1%) e ácido cítrico (1%), durante 10 dias de armazenamento, atribuindo ao acúmulo de ráfides de

oxalato de Ca o qual proporcionou efeito tampão e impediu que o ácido ascórbico se oxidasse.

Ao final do 9º dia, os mamões que tiveram adição de ácido ascórbico (0,5%) apresentaram níveis semelhantes entre si, sendo que aqueles tratados com CaCl₂ (1%) + ácido ascórbico apresentaram níveis significativamente superiores àqueles sob controle e somente com cloreto de cálcio, mostrando a eficácia do mesmo para a preservação do teor de ácido ascórbico.

4.3.1.7 Açúcares totais (AT)

Os tratamentos não apresentaram comportamento semelhante durante o período de armazenamento avaliado, uma vez que, os frutos tratados com CaCl₂, combinação ácido ascórbico e CaCl₂ e o controle obtiveram aumento significativo até o 3º dia de armazenamento, enquanto aqueles tratados somente com ácido ascórbico apresentaram queda gradual até o último dia de avaliação (Tabela 9).

Tabela 9 - Teores Açúcares solúveis totais em mamões minimamente processados (mg.100g de polpa⁻¹) tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	9,66aB	10,64aA	9,12bC	8,72bC
AA	9,66aA	8,61bB	8,25cBC	8,14cC
CaCl ₂	9,66aC	10,83aA	10,37aB	10,19aB
AA+ CaCl ₂	9,66aC	10,92aA	10,58aAB	10,29aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

Segundo Bicalho (1998), a mudança bioquímica significativa para os mamões está relacionada ao metabolismo de carboidratos o qual é intensificado, durante o período de desenvolvimento, transformando os polissacarídeos em açúcares, e aumentando sua concentração durante o amadurecimento.

O comportamento verificado para os mamões tratados com CaCl_2 , a combinação de CaCl_2 e ácido ascórbico, e o controle pode ser explicado pelo estresse sofrido pelos frutos durante o processamento, o qual acelerou o processo de metabolização de açúcares. Peroni (2002) observou uma tendência de aumento quadrático do teor de açúcares solúveis totais, ao longo do período de armazenamento, em melões minimamente processados, tratados com crescentes concentrações de cloreto de cálcio, porém foi um aumento desprezível, não sugerindo impacto dos tratamentos sobre a variável AST, o qual é fundamental na determinação do sabor doce dos frutos.

A queda acentuada do teor de açúcar nos mamões tratados com ácido ascórbico, imediatamente após o processamento, pode ser explicada pelo aumento da atividade respiratória nestes frutos, a qual consumiu em maiores proporções os substratos da respiração, principalmente os açúcares, diminuindo a concentração deste no fruto processado, e acelerando o processo de senescência dos mesmos. Segundo Brecht (1995), a ação física do processamento mínimo induz à produção de etileno e ao aumento da respiração, a qual utiliza os substratos de reserva, acelerando o processo de senescência do fruto.

Miranda (2001) verificou comportamento semelhante para mamões minimamente processados tratados com ácido ascórbico, após a segunda metade do armazenamento, os quais tiveram redução significativa nos teores de açúcares quando comparados aos mamões tratados com cloreto de cálcio.

A eficácia da aplicação de cloreto de cálcio pode ser observada a partir do 3º dia de armazenamento, onde os mamões adicionados deste composto mantiveram níveis significativamente mais elevados que os demais tratamentos, mostrando que este aditivo colaborou para o abaixamento da atividade respiratória e, conseqüentemente, menor consumo de açúcares durante o processo respiratório, como verificado anteriormente no capítulo 1 (Tabela 7).

Os mamões sob controle, sem aplicação de tratamento, apresentaram queda significativa deste parâmetro a partir do 3º dia de armazenamento devido, provavelmente, à elevação da atividade respiratória após o processamento, a qual consumiu em maiores proporções os açúcares disponíveis no fruto. Segundo Kader

(2002) a perda de reservas armazenadas no produto em decorrência da atividade respiratória é traduzida pelo avanço da senescência.

4.3.1.8 Pectina total e solúvel

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

Neste experimento observou-se aumento gradual da pectina total, ao longo do período de armazenamento, para todos os tratamentos devido, provavelmente, a ocorrência do processo *turnover* no qual se verifica o aumento da síntese de pectina, através do consumo da glicose, em reposta aos danos mecânicos sofridos pelo fruto durante o processamento. (Figura 7).

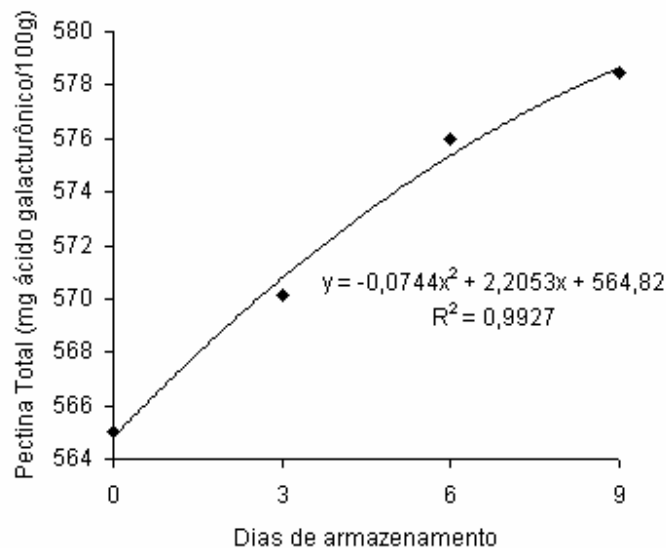


Figura 7 - Valores médios de pectina total em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Os mamões tratados com ácido ascórbico e sob controle obtiveram maiores níveis de pectina total que aqueles tratados com CaCl_{27m}

mamões processados colaborou para minimização da ocorrência do *turnover* e conseqüentemente menor consumo de açúcar (Figura 8).

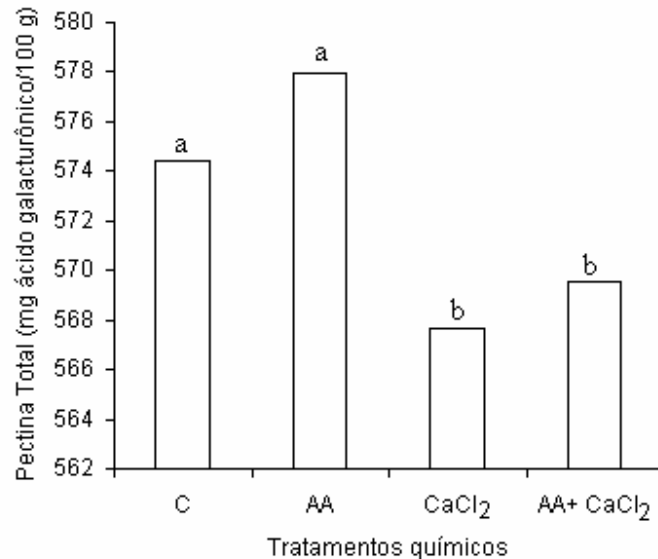


Figura 8 - Valores médios da pectina total em mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%)

Com relação à pectina solúvel, foi observado que todos os tratamentos apresentaram aumento, porém apenas os mamões tratados com ácido ascórbico e sob controle alcançaram alterações significativas desta variável, a partir do 3º dia de armazenamento, o qual pode ser explicado devido a maior facilidade de atuação de enzimas responsáveis pela degradação da parede celular neste tipo de tratamento (Tabela 10).

Tabela 10 - Pectina Solúvel em mamões minimamente processados (mg ácido galacturônico/100g de polpa⁻¹) tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	255,19aC	256,45aC	277,27bB	308,64aA
AA	255,19aD	259,30aC	283,15aB	310,02aA
CaCl ₂	255,19aB	255,73aB	258,60cAB	260,02bA
AA+ CaCl ₂	255,19aC	256,45aBC	259,31cAB	260,73bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl₂: cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl₂: ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

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

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

Por outro lado, os mamões que tiveram adição de CaCl₂(1%) tenderam a apresentar os menores valores para a pectina solúvel mostrando que a ação do cálcio colaborou para a preservação da parede celular e manutenção da estrutura física do fruto. Segundo Awad (1993), o cálcio confere insolubilidade ao material péctico, inibindo a degradação deste pela poligalacturonase, principal enzima responsável pelo amaciamento dos frutos.

Gonçalves (1998), estudando abacaxis minimamente processados, também verificou menores teores de pectina solúvel nos frutos tratados com cloreto de cálcio. Por outro lado, Peroni (2002) estudando melões minimamente processados tratados

com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0; 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%) não verificou a contribuição do cálcio na estabilização da parede celular por meio da formação de pectato de cálcio, denotando um incremento linear da pectina solúvel ao longo do período de armazenamento.

4.3.1.9 Textura

As mudanças texturais de frutos estão relacionadas tanto a mecanismos enzimáticos como não enzimáticos que influenciam direta ou indiretamente a arquitetura da parede celular (SEYMOUR, 1993).

Foram verificadas alterações significativas para a interação entre os tratamentos e período de armazenamento. De maneira geral, os mamões tratados com CaCl_2 (1%) e CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%) apresentaram aumento gradual, porém pouco significativo da textura, mantendo valores próximos aos mamões recém-processados, durante todo o período de armazenamento. Já os mamões sob controle e os tratados com ácido ascórbico (0,5%) apresentaram queda gradual, obtendo no 9º dia valores significativamente menores do que no dia do processamento (Tabela 11).

Tabela 11 - Textura de mamões minimamente processados tratados com aditivos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
C	9,4aA	8,62aAB	7,11bAB	6,66bB
AA	9,4aA	8,80aAB	6,89bBC	6,22bC
CaCl_2	9,4aA	9,87aA	10,89aA	11,02aA
AA+ CaCl_2	9,4aA	9,38aA	10,31aA	10,54aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl_2 : cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%).

Segundo Chitarra (2000), as alterações na firmeza da polpa de frutos são devido a modificações na lamela média e parede celular, e à perda excessiva de água dos tecidos, a qual causa a diminuição da pressão de turgor (murchamento).

Neste trabalho, as perdas de água foram mínimas e menores que 2%, podendo ser consideradas muito baixas e insuficientes para alterar a textura dos mamões. Sasaki (2005) associou o aumento da textura de abóboras minimamente processados, cortadas em cubos e acondicionadas em PET, à elevada perda de água (12,05%), a qual induziu ao murchamento dos tecidos.

Desta forma, o aumento da textura em mamões tratados com CaCl_2 (1%) e CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%) está associada à adição de cloreto de cálcio, o qual colaborou para o enrijecimento da parede celular e, conseqüentemente, para aumento da textura evidenciada pela menor solubilização da pectina solúvel verificada neste tipo de tratamento. Segundo Conway et al. (1995), a formação de ligações cruzadas de cálcio entre ácidos urônicos torna a parede celular menos acessível à ação de enzimas que ocasionam o amaciamento, preservando a firmeza dos frutos.

Bicalho (1998), estudando o efeito do cálcio sobre a firmeza de mamões inteiros, verificou que os frutos tratados com este elemento necessitaram de uma força de rompimento da polpa superior ao controle, concluindo que a textura dos mamões foi diretamente influenciada pela adição do cálcio.

Fontes (2005) verificou em maçãs minimamente processadas, tratadas com a combinação de ácido ascórbico e cloreto de cálcio, maior firmeza que os demais tratamentos durante o período de armazenamento, atribuindo tal fato ao enrijecimento do tecido superficial promovido pela adição da solução à base de cálcio.

Por outro lado, a diminuição da textura de mamões sob controle e tratados com ácido ascórbico (0,5%) está associada à atividade de enzimas que degradam a parede celular, evidenciada pela maior solubilização da pectina, levando ao amolecimento dos tecidos. D'Innocenzo (1996) verificou que o amaciamento de mamões ocorria quando a atividade da pectinametilesterase era mínima e da poligalacturonase era máxima.

Gil et. al. (1998) também verificaram amolecimento dos tecidos ao longo do período de armazenamento para maçãs minimamente processadas, tratadas com ácido ascórbico (2%) e, conseqüentemente, redução da vida útil.

4.3.2 Características sensoriais

A utilização da análise sensorial no estudo dos produtos minimamente processados tem sido bastante aplicada e recomendada, uma vez que esta pode contribuir na descrição dos referidos produtos e estabelecer a vida útil dos mesmos (DELIZA, 2000).

4.3.2.1 Sabor

O sabor corresponde às sensações captadas pela língua em suas diferentes áreas e pelo aparelho olfativo, sendo que, os principais gostos são o doce, amargo, salgado e o ácido. Para os frutos, os compostos químicos que denotam o sabor são os açúcares e ácidos orgânicos (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Na avaliação do sabor de mamões minimamente processados não foram constatadas diferenças significativas para a interação período de armazenamento e tratamento. De maneira geral, todos os mamões apresentaram queda gradual para avaliação do sabor ao longo de todo o período de armazenamento (Figura 9).

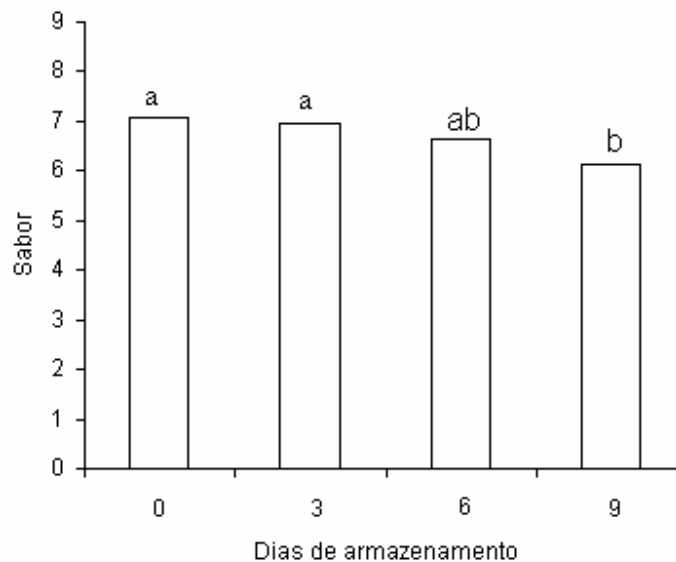


Figura 9 - Valores médios obtidos para o sabor durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Quando se consideram os tratamentos aplicados independente do período de armazenamento constatam-se diferenças significativas entre os mesmos, sendo que os mamões tratados com CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%), CaCl_2 (1%) e o controle apresentaram médias de notas semelhantes entre si e significativamente maior que aqueles tratados somente com ácido ascórbico (Figura 10).

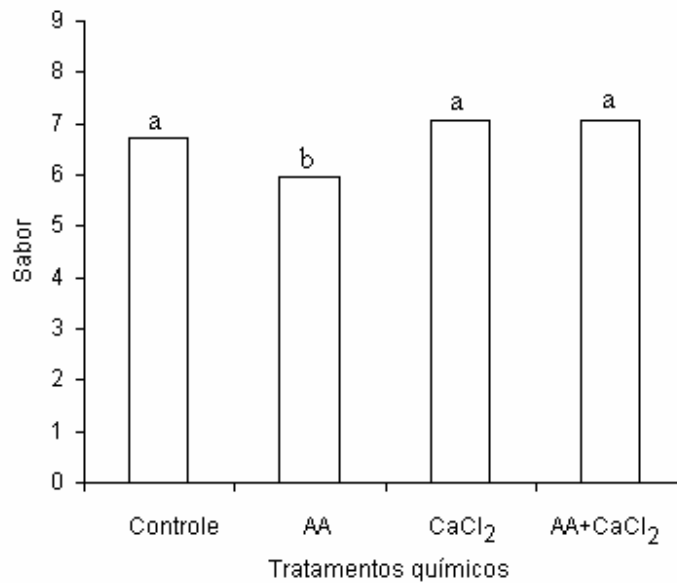


Figura 10 - Valores médios obtidos para o sabor durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Reis (2002), estudando bananas minimamente processadas, constatou que os frutos que tiveram adição de cloreto de cálcio mais ácido ascórbico apresentaram ótima manutenção do sabor até o final do período de armazenamento.

No presente trabalho, os mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%) apresentaram média significativamente mais baixa que os demais devido à senescência antecipada destes, evidenciada pelo consumo de substratos, principalmente os açúcares, os quais obtiveram suas concentrações diminuídas, afetando diretamente o sabor do fruto.

4.3.2.2 Textura

A textura reflete a sensação produzida nos lábios, língua, mucosa da boca, dentes e ouvidos sendo representada pela dureza, maciez, fibrosidade, granulosidade, resistência e elasticidade (KLUGE, 2002).

Não foram constatadas alterações significativas da textura dos mamões processados, para a interação entre os tratamentos químicos e período de armazenamento, porém quando se consideram os fatores independentemente, verificam-se diferenças significativas. Todos os tratamentos apresentaram queda gradual ao longo do período de armazenamento (Figura 11).

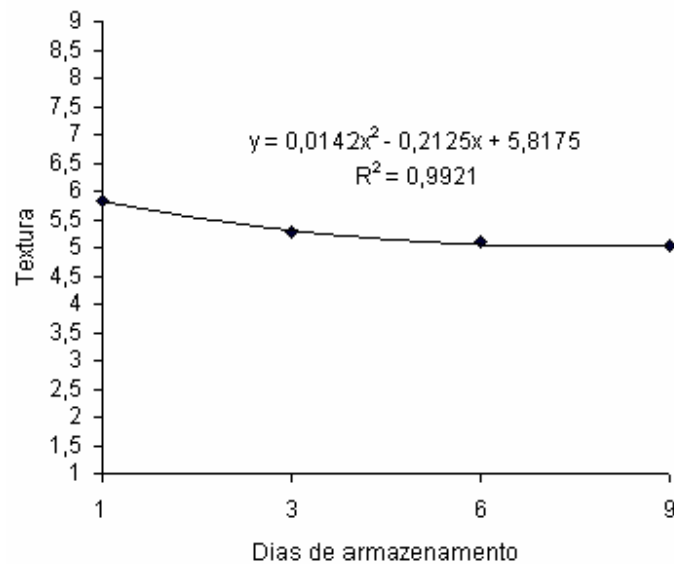


Figura 11 - Valores médios obtidos para a textura durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias

Os mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%) e o controle apresentaram notas abaixo do limite de aceitabilidade, representado na escala de pontos, pela avaliação entre não gostei nem desgostei e desgostei ligeiramente. Miranda (2001) também detectou queda acentuada da textura ao longo do período de armazenamento,

para mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%) e o controle, concluindo que este tratamento foi pouco eficaz para preservação deste parâmetro.

Não foram verificadas diferenças significativas para os mamões tratados com CaCl_2 (1%), e CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%), os quais mantiveram níveis significativamente maiores que os demais tratamentos. Fontes (2005) verificou que maçãs minimamente processadas, tratadas com a combinação de CaCl_2 (1%) com ácido ascórbico(1%) e ácido cítrico(1%), mantiveram notas para a textura, semelhantes às maçãs recém-processadas até o 5º dia de armazenamento (Figura 12).

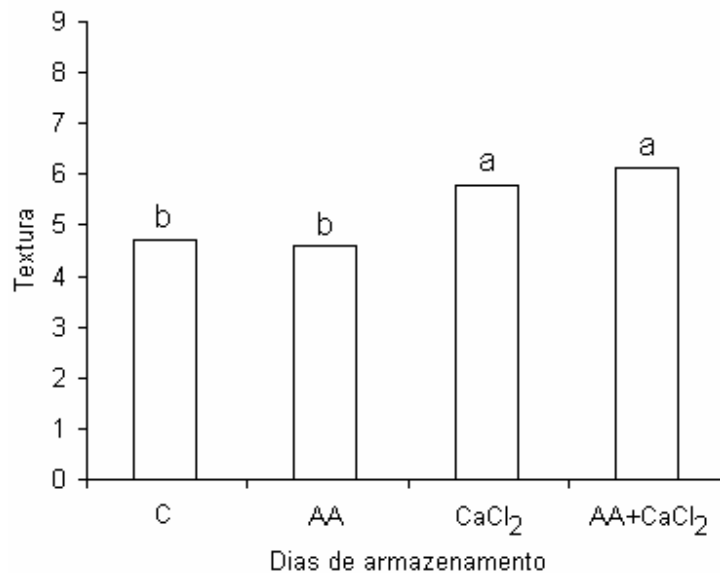


Figura 12 - Valores médios obtidos para a textura durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl_2 : cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico + cloreto de cálcio

4.3.2.3 Aparência

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. Assim, a disponibilidade no mercado de produtos com qualidade sensorial adequada, contribui para a satisfação do consumidor, favorecendo um maior consumo do produto em questão (DELIZA, 2000).

De acordo com as notas oferecidas pelos provadores, foram encontradas diferenças, ao nível de significância de 5%, somente quando se consideraram os dois fatores separadamente.

período de armazenamento. Peroni (2002) também não constatou alterações para a aparência de melões minimamente processados, tratados com diferentes concentrações de cálcio, com classificação moderadamente boa, durante 10 dias de armazenamento.

Segundo os provadores, os mamões que tiveram adição de CaCl_2 (1%) apresentaram um estado de frescor mais acentuado que os demais tratamentos, obtendo aparência de frutos recentemente cortados. Miranda (2001) encontrou resultados semelhantes para mamões minimamente processados, afirmando que a presença de Ca^{+2} foi fundamental para a integridade física e funcionalidade dos tecidos do fruto (Figura 14).

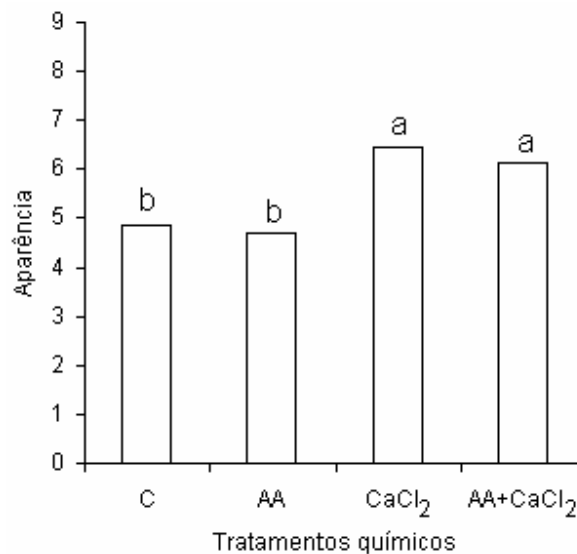


Figura 14 - Valores médios obtidos para a aparência durante a avaliação sensorial de mamões minimamente processados submetidos a tratamentos químicos, armazenados a 6°C, por 9 dias. C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl_2 : cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico + cloreto de cálcio (1%)

4.3.3 Características microbiológicas

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

Assim, a caracterização microbiológica do mamão minimamente processado, imediatamente após o processamento, visou avaliar as condições higiênico-sanitárias. Após as contagens de microorganismos em mamões recém-processados, as quais foram de <10 UFC/g, <0,2 UFC/g e <0,2 UFC/g para psicrotróficos, coliformes totais e coliformes fecais, respectivamente, e a ausência de *Salmonella*, constatou-se que as condições de higiene utilizadas durante a manipulação do produto, na etapa de processamento, bem como o binômio concentração/tempo do sanitizante utilizado e o controle da temperatura, foram eficientes para manutenção da contagem microbiana em níveis extremamente baixos.

Sasaki (2005), avaliando a eficácia de diversos sanitizantes clorados orgânicos, dentre os quais destaca-se o Dicloro S-Triazinona Sódica Diidratada, em abóboras minimamente processadas, constatou que todas as marcas utilizadas foram eficazes na redução de bactérias psicrotróficas e eliminação de coliformes totais e fecais.

As bactérias do grupo coliforme, cujo habitat natural é o trato intestinal do homem e outros animais, dividem-se em dois grupos, coliformes totais e fecais, sendo o segundo considerado indicador de contaminação fecal do alimento (HIRAUSHI; HORIE, 1982). Contudo, a proliferação deste tipo de bactéria pode ocorrer em ambiente não fecal (coliformes totais), sendo nestes casos utilizada para avaliação das condições higiênicas do local. Os casos onde são encontradas altas contagens para coliformes totais representam que houve contaminação durante ou pós-processamento, limpeza e sanificação deficientes, uso de equipamentos em más condições sanitárias ou matéria-prima contaminada (ICMSF, 1978).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2002 são preconizados padrões microbiológicos para frutas frescas *in-natura*, onde se incluem aquelas preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionada), sanitizadas, refrigeradas ou congeladas para o consumo direto. A referida resolução estabelece como padrão máximo de $5,0 \times 10^2$ NMP de coliformes fecais por grama de fruta.

Neste experimento, não foram detectados coliformes totais e fecais em nenhum dos tratamentos aplicados, durante todo o período de armazenamento refrigerado

condições higiênico-sanitárias adequadas. Miranda (2001) também não constatou contagens microbiológicas para o grupo coliforme em mamões minimamente processados tratados com CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%).

Os microorganismos psicrotróficos, também, podem contaminar alimentos minimamente processados, já que podem crescer em temperaturas de refrigeração, entre 0 e 7°C (WILEY, 1997). São considerados psicrotróficos as bactérias, leveduras e fungos, sendo que, os últimos podem produzir enzimas que degradam carboidratos, proteínas e gorduras causando amolecimento do tecido e sabor desagradável (MARTH, 1998).

Na avaliação de microorganismos psicrotróficos, ao longo do período de armazenamento, verifica-se que os mesmos apresentaram crescimento em todos os tratamentos aplicados, com destaque para aqueles tratados com CaCl_2 (1%), os quais obtiveram menor proliferação destes microorganismos (Tabela 12).

Tabela 12 - NMP de psicrotróficos, em mamões minimamente processados submetidos a 3 tipos de tratamentos químicos, armazenada a 6°C, por 9 dias

Tratamentos aplicados	Dias de armazenamento	
	5	9
C	$4,0 \times 10^2$	$7,6 \times 10^3$
AA	$4,2 \times 10^2$	$7,2 \times 10^3$
CaCl_2	$5,0 \times 10^2$	$6,3 \times 10^3$
AA+ CaCl_2	$2,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^3$

Início: <10 UFC/g

C: controle, AA: ácido ascórbico, CaCl_2 : cloreto de cálcio (1%), AA+ CaCl_2 : ácido ascórbico (0,5%) + cloreto de cálcio (1%).

Segundo Bicalho (1998), o aumento da resistência a microrganismos pode estar relacionado ao acréscimo de compostos à base de cálcio nos tecidos vegetais.

Carvalho (2000) não verificou proliferação de microorganismos psicrotróficos em kiwis minimamente processados, tratados com CaCl_2 (1%), ácido ascórbico (1%) e ácido cítrico (1%). Por outro lado, Peroni (2002) observou, em melões minimamente

maior proliferação de microorganismos psicrótróficos com os frutos submetidos às maiores concentrações de CaCl_2 .

Neste experimento, apesar do aumento dos microorganismos psicrótróficos,

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso em 20 maio 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis: official method 989**. 17 ed. Arlington, 2000. 1v.

BEUCHAT, L.C.; GOLDEN, D.A. Antimicrobials occurring naturally in foods. **Food Technology**, Chicago, v.13, n.1, p. 134-142, 1989.

BICALHO, U.O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC**. 1998. 145p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, St. Joseph, v.30, n.1, p.18-21, 1995.

BRUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HASEN, G. New methods for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, Copenhagen, v.54, p. 484-489, 1973.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.N. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico).

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.

CARVALHO, V.A. **Avaliação da qualidade de kiwis cv. 'Hayward' Minimamente Processados**, 2000. 86p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2000.

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

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

CHAN JUNIOR., H.T.; CHAMG, 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.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293p.

CHITARRA, M.J.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113p.

CHITARRA, A.B.; ALVES, R.E. **Tecnologia de pós-colheita para frutos tropicais**. Fortaleza: Frutal-Sindifruta, 2001. 1v.

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

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

DEMIATI, I.M.; WOSTACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Analysis of total and reducing sugar in foods. A comparative study between colorimetric and titration techniques. **PUBLICATIO UEPG – Exact and Soil Science, Agrarian S. And Engeneering**, v.8, n.1, p. 65 – 78, 2002.

D'INNOCENZO, M. **Comportamento de enzimas da parede celular e textura da polpa relacionados ao tratamento de irradiação de mamões (*Carica papaya* L. cv. Solo) durante o amadurecimento.** 1996. 85p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1996.

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.

DURIGAN, J.F. **Processamento de frutas e hortaliças.** Fortaleza: Instituto Frutal, 2004. 69 p.

FONTES, L.C.B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas. Efeito na fisiologia e na conservação.** 2005. 118p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

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

GONÇALVEZ, 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.** 1998. 96p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

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

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods.** 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press, 1978. v.1, 434p.

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

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

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Tecnology**, Chicago, v.52, n.2, p.57-62, 1998.

McCready, PM.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analitical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MIRANDA, R. B. **Avaliação da qualidade do mamão (Carica papaya L.) minimamente processado.** 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Pós-Colheita de produtos vegetais), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

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

PERONI, K. M. C, **Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão 'Amarelo' minimamente processado**. 2003. 86p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

POSTE, L.M.; MACKIE, D.A; BUTLER, G.; LARMOND, E. **Laboratory methods for sensory analysis of food**. Ottawa: Agriculture Canada, 1991. 90p.

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

KADER, A.A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticultural**, Wageningen, n.348, p. 139-146, 1995.

KADER, A.A. **Postharvest & Tecnology of Horticultural Crops**. California: University of California, 2002. 519p.

KLEIN, B.P. Nutricional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.10, p.179-194, 1987.

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

REIS, C.M.F. **Manutenção da qualidade de banana "prata" minimamente processada**. 2002. 92p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

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

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e melão minimamente processado**: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento. 2002. 109p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

SASAKI, F.F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. 2005.145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN,, J.H. Culture methods for enumeration of microorganisms. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001. chap. 6, p. 53-57.

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

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. SANEST - Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1985. 1v.

WANG, C.Y. Chilling injury and browning of fresh-cut fruits and vegetables. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS., 4., 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...**Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.68 – 71

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

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

5 Avaliação da atmosfera modificada ativa e passiva na qualidade de mamões minimamente processados tratados com cloreto e ácido ascórbico

Resumo

mais ácido ascórbico (0,5%) foi eficaz e influenciou diretamente os parâmetros avaliados. Os mamões acondicionados em filme PP com e sem injeção de gás apresentaram comportamento semelhante para a maioria dos parâmetros físico-químicos e sensoriais, sendo que, a partir do 6° dia de armazenamento, foi constatada coloração alaranjada mais intensa (escurecimento da polpa), a qual se refletiu diretamente na aparência do produto. Não foram detectadas as presenças de coliformes totais, fecais e *Salmonella* em nenhum dos tratamentos aplicados e o uso de atmosfera modificada ativa mostrou-se eficiente no retardamento da proliferação de psicotróficos.

Palavras-chave: processamento, embalagem, qualidade, modificação, atmosfera.

Evaluation of the active and passive modified atmospheres in minimally processed papayas quality treated with calcium chloride and ascorbic acid

Abstract

This experiment had as objective to evaluate the effect of passive and active modified atmosphere in minimally processed papayas treated with CaCl_2 (1%) + ascorbic acid (0,5%). Firstly, "Formosa" papayas were minimally processed in cubes, treated with a CaCl_2 (1%) + ascorbic acid (0,5%) solution and conditioned in 3 types of packings: rigid polyethylene trays covered with polypropylene film 32 μm (PP), rigid polyethylene trays covered with polypropylene film 32 μm (PP) with injection of a gaseous mixture (5% O_2 + 10% CO_2) and covered rigid polyethylene terephthalate packings (PET), which were used as control. The determination of gaseous composition on free space from the packings was accomplished in the 0, 1st, 2nd, 3rd, 6th and 9th day of storage. The physichal-chemical analyses determined the mass loss, color, texture, vitamin C, acidity, soluble solids rate, total and soluble pectine, total sugars and were made at the processing day and in the 3rd, 6th and 9th day of storage. The determination of the microorganisms on processed papayas was accomplished in the 0, 5th and 9th day of storage and determined the most probable number of total and fecal coliforms, counting psychotrophic and the presence of *Salmonella*. The sensorial analysis

evaluated the organoleptics aspects of the processed papayas (taste, texture and appearance) conditioned in the three types of packings, at the processing day and after this date in the 3rd, 6th and 9th day. It was verified that the conditioned in PET papayas obtained little modification on the atmosphere, reaching, in the end of the storage period, levels to 20% of O₂ and 0,5% of CO₂, while those wrapped in film PP, without and with injection of gas, reached stabilization in the 3rd and 6th day, reaching levels to 15% of O₂ and 2,86% of CO₂ and 10,2% of O₂ and 2,97% of CO₂ respectively. In spite of the little gaseous modification inside the packings type PET, the papayas wrapped in this type of package maintained the physichal-chemical, microbiological and sensorial characteristics, during all the period of storage (9 days). The results showed that the combination of chemical treatment CaCl₂(1%) + acid ascorbic (0,5%) was effective and influenced the appraised parameters directly. The minimally processed papayas treated with CaCl₂(1%) + acid ascorbic(0,5%) and conditioned in film PP with and without injection of gas presented similar behavior for most of the physichal-chemical and sensorial parameters, and, starting from the 6 day of storage, a more intense orange coloration was verified (browning of the pulp) which was reflected directly in the appearance of the product. It was not detected the presence of total and fecal coliforms total, and *Salmonella* in none of the applied treatments and the use of atmosphere modified active was shown efficient in the retardation of the psychotrophic organisms proliferation.

Keywords: processament, packing, quality, modification, atmosphere.

5.1 Introdução

Atualmente, os produtos minimamente processados têm sido desenvolvidos, principalmente com fins industriais, para saladas, sopas e pizzas, e também para vendas ao varejo, principalmente em supermercados, sendo que, nos países desenvolvidos, cerca de 70% desses produtos são utilizados em cozinhas industriais, *fast-foods* e restaurantes, por serem práticos e apresentarem elevada qualidade nutricional e sensorial (Carnelossi; Silva, 2000).

No Brasil, a tecnologia aplicada têm sido insuficiente para atender as exigências de qualidade do mercado, sendo necessário, estudos dos fatores de pré-colheita, das

técnicas de conservação, como a modificação da atmosfera no interior das embalagens e controle de temperatura, os quais poderão colaborar para o aumento da vida útil, manutenção da qualidade nutricional, sensorial e microbiológica do alimento (CENCI, 2000).

O princípio de conservação, associado à aplicação de embalagens com atmosfera modificada para frutas e vegetais, se dá através da minimização da respiração aeróbica pela redução do teor de O_2 e pela presença de CO_2 , onde atmosferas com 2 a 8% de O_2 e 5 a 15% de CO_2 têm potencial para aumentar a vida útil destes produtos, viabilizando o processo de comercialização (CANTWELL, 1992).

Embora não existam estudos comprovados sobre a eficiência destas concentrações de gases, Kader (1980) propõe para a conservação de mamões a concentração de 5% de O_2 e 10% de CO_2 .

O desenvolvimento da atmosfera modificada é realizado de 2 formas: a primeira através de insuflação de gás no momento do empacotamento; a segunda ocorre em função da respiração do vegetal e da permeação de gases pela embalagem (LIMA, 2000). Para tanto, são utilizados filmes plásticos semipermeáveis, geralmente de polietileno de baixa densidade, em associação, ou não, a filmes de polipropileno, os quais possuem diferentes espessuras (DAREZZO, 2000).

Nos dois tipos de modificação de atmosfera, há uma tendência de se atingir a atmosfera de equilíbrio a qual deve maximizar a durabilidade do produto. Para isso faz-se necessário que a atividade respiratória do vegetal seja compatível com a atividade de permeabilidade a gases da embalagem, fazendo com que cada tipo de produto tenha um filme específico para maximizar sua durabilidade (SARANTÓPOULOS, 1999).

A escolha da embalagem não é importante apenas para manter o equilíbrio das concentrações de O_2 e de CO_2 , mas também para minimizar o crescimento e difusão dos microorganismos e, conseqüentemente, aumentar a vida útil do produto (WILEY, 1994; WATADA e QI, 1999).

Segundo Sarantópoulos (1999), recomenda-se teor mínimo de 2-3% de O_2 durante a estocagem de produtos minimamente processados, pois concentrações abaixo de 2% de O_2 ou acima de 20% de CO_2 podem levar à respiração anaeróbica e a desordens fisiológicas, como amadurecimento irregular, desenvolvimento de sabor estranho,

c. Drenagem 1: Os pedaços de mamão foram drenados em escorredor de plástico por 2 minutos.

d. Imersão nos tratamentos químicos: os cubos previamente sanificados com solução clorada foram imersos em solução contendo ácido ascórbico (0,5%) + CaCl_2 (1%).

e. Drenagem 2: logo após a imersão nos tratamentos químicos, os cubos foram novamente drenados por 2 minutos em escorredor de plástico.

f. Embalagem 1: cerca de 100g de mamões processados foram acondicionados em embalagem de polietileno tereftalato rígida (PET), sem fechamento hermético, da marca Selovac, com capacidade de 500 mL.

g. Embalagem 2: Em bandejas de poliestireno rígida sem tampa, com capacidade de 750ml, foram acondicionados cerca de 240g de mamão processado e recobertos com filme plástico de polipropileno de 32 μm (PP).

5.2.2 Caracterização do material de embalagem

O procedimento utilizado para caracterização do material de embalagem foi proposto por Oliveira et al. (1996), o qual permite a determinação da taxa de permeabilidade ao O_2 e CO_2 através do método de aumento da concentração. Para isto foram utilizadas células de difusão de gás constituídas por 2 câmaras. Em uma câmara superior foi mantido um fluxo de gás permeante, que ao permear o corpo de prova acumulou-se na câmara inferior, a qual estava fechada para o ambiente externo. Em intervalos definidos foram retiradas alíquotas de 300 μL de gás, desta câmara, para quantificação do gás permeante em cromatógrafo a gás marca Shimadzu, modelo 14A. Também foram determinadas as áreas de permeação efetiva das embalagens. Para as embalagens com filme PP, a área de permeação foi definida pelo produto das dimensões entre as linhas de selagem das embalagens. Para a embalagem tipo PET foi

definida pelo produto das dimensões de cada lado da embalagem e posteriormente pela soma dos mesmos.

5.2.3 Monitoramento Gasoso

Para o monitoramento gasoso foi fixado um septo de silicone em cada embalagem, pelo qual foram coletadas amostras de gás do interior das mesmas. Para isto foi utilizado um analisador de gases marca PBI-Dansensor, modelo Check Mate, o qual retirou aproximadamente 2mL de gás por amostra analisada. As leituras ocorreram nos dias 0, 3, 6 e 9 e os resultados foram expressos em % de O₂ e % de CO₂. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de erro padrão, na qual a diferença entre dois tratamentos é considerada significativa ($P < 0,05$) quando esta for maior que a soma dos erros padrões (Moretti, 2002).

5.2.4 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas realizadas para os mamões minimamente processados foram:

a. Perda de massa: os frutos foram pesados em balança semi-analítica e os resultados expressos em porcentagem, considerando a diferença entre a massa inicial dos cubos e a massa obtida a cada intervalo de tempo analisado.

b. Textura: a avaliação da textura foi feita através de célula universal do “Texture Test System” modelo TP-1. A velocidade do pistão é de 20cm/min. Os resultados foram expressos em Newton (N).

c. Cor: determinada com colorímetro Color Minolta, modelo CR-300, tomando-se a leitura em 3 cubos por repetição de cada tratamento. Os resultados foram expressos em Lch, L: luminosidade, c: cromaticidade e H: ângulo de Hue.

d. pH: Foi realizada leitura em polpa homogeneizada com pHmetro da marca Tecnal (Carvalho et al., 1990).

e. Vitamina C total: Foram tomados 10g da amostra e colocados em frasco Erlenmeyer contendo 50mL de solução de ácido oxálico. A titulação foi efetuada com o indicador DCFI (2,6-diclorofenol indolfenol-sódico) até atingir a coloração rosada persistente por 15 segundos (Carvalho et al., 1990). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de amostra.

f. Acidez total titulável: Foi determinada por titulação com NaOH 0,1N até pH 8,1, com os resultados expressos em expressa g ácido cítrico/100g da polpa (Carvalho et al., 1990).

g. Teor de sólidos solúveis: Após a trituração de cada amostra em multiprocessador doméstico, uma gota do suco proveniente desta foi colocada em um refratômetro digital manual Atago, com a leitura sendo feita em °Brix (Carvalho et al., 1990).

h. Açúcares Solúveis Totais: Foi utilizado o método de Lane-Eynon o qual leva à ebulição a combinação de 5 mL da solução A e 5 mL da solução B dos reativos de Fehling e 50 ml de água. Para a determinação utilizou-se como agente titulante a amostra devidamente diluída. O aparecimento de precipitado vermelho foi usado como indicador do ponto de viragem. (Demiati et al., 2002).

i. Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS): Foram extraídas de acordo com McCready e McComb (1952) e determinadas em espectrofotômetro segundo a técnica de Blumenkrantz e Asboe- Hansen (1973). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico/100g de peso fresco.

5.2.5 Análise Sensorial

A Análise Sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, em cabines individualizadas para avaliação do sabor, textura e aparência dos mamões processados acondicionados nos três tipos embalagens.

Inicialmente, os provadores receberam 3 amostras codificadas, cada uma contendo 2 cubos de mamões processados, por volta de 40g de produto, para avaliação da textura e o sabor dos mamões processados. Cada amostra foi composta por mamões embalados em PET, PP sem injeção de gás e PP com 5% de O₂ + 10% de CO₂, respectivamente. Em seguida os provadores avaliaram a aparência dos mamões processados, acondicionados nos 3 tipos de embalagens, sendo que, os mamões acondicionados em PET continham por volta de 100g de produto e aqueles embalados em PP com e sem injeção de gás, aproximadamente 240g.

A textura e o sabor foram avaliados em cabines com lâmpada vermelha para mascarar a cor, e a aparência em cabines com lâmpada fluorescente para melhor visualização das amostras. Os atributos sensoriais acima descritos foram avaliados por um equipe de 18 provadores não treinados utilizando-se o Teste Afetivo com escala hedônica de 9 pontos, variando entre (gostei extremamente) a (desgostei extremamente) (Figura 15) (POSTE, et al., 1991).

As avaliações sensoriais ocorreram no 0, 3º, 6º e 9º dias, sendo que as análises realizadas no dia do processamento visaram caracterizar o mamão minimamente processado tratado com CaCl₂ (1%) mais ácido ascórbico (0,5%) e, portanto, não foi considerado o efeito das embalagens. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparação das médias pelo teste de Tukey (5%) através do programa estatístico SANEST (ZONTA & MACHADO, 1985).

Nome: _____

Telefone: _____ Data: _____

Obrigado por colaborar na pesquisa com mamão minimamente processado

Primeiramente, você avaliará a textura e em seguida o sabor de 3 amostras de mamão. Para isto você receberá 3 amostras (indique o número da amostra do lado da nota que você indicar).

1 Indique o quanto você gostou da textura do produto:

- 9. gostei extremamente
- 8. gostei muito
- 7. gostei regularmente
- 6. gostei ligeiramente
- 5. não gostei nem desgostei
- 4. desgostei ligeiramente
- 3. desgostei regularmente
- 2. desgostei moderadamente
- 1. desgostei extremamente

2. Indique o quanto você gostou do sabor do produto:

- 9. gostei extremamente
- 8. gostei muito
- 7. gostei regularmente
- 6. gostei ligeiramente
- 5. não gostei nem desgostei
- 4. desgostei ligeiramente
- 3. desgostei regularmente
- 2. desgostei moderadamente
- 1. desgostei extremamente

Por favor, indique a amostra que você mais gostou e menos gostou (use palavras ou frases):

Gostei	Não gostei
n.amostra ()	n. amostra ()
_____	_____
_____	_____

Neste momento dirija-se para a última cabine para avaliação da aparência do produto.

Você avaliará 3 amostras (indique o número da amostra do lado da nota que você indicar)

1 Indique o quanto você gostou da aparência do produto:

- () 9. gostei extremamente
- () 8. gostei muito
- () 7. gostei regularmente
- () 6. gostei ligeiramente
- () 5. não gostei nem desgostei
- () 4. desgostei ligeiramente
- () 3. desgostei regularmente
- () 2. desgostei moderadamente
- () 1. desgostei extremamente

Por favor, indique a amostra que você mais gostou e menos gostou (use palavras ou frases):

Gostei	Não gostei
n.amostra ()	n. amostra ()
_____	_____
_____	_____

Figura 15 - Ficha sensorial em escala hedônica para avaliação dos mamões minimamente processados submetidos a três tipos de acondicionamentos

5.2.6 Análise microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no 0, 5° e 9° dias, sendo que aquelas realizadas no dia do processamento, também visaram caracterizar, quanto ao aspecto microbiológico, a matéria-prima utilizada - mamões tratados com CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%). Nos demais dias de análises foi verificada a eficiência do uso de atmosfera modificada promovida pelas embalagens sobre a manutenção da qualidade microbiológica dos mamões minimamente processados. A microbiota contaminante foi avaliada pela presença ou ausência de *Salmonella*, contagem total de bactérias psicrotróficas e número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais.

a -) Número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais

A estimativa do NMP de coliformes totais e fecais (a 45°C), foi realizada através da técnica de tubos múltiplos, segundo Swanson, Petran e Hanlin (2001). Para o teste presuntivo foram inoculadas séries de 5 tubos a partir das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , contendo o caldo Lauril Sulfato Triptose com tubos de Durham. Os tubos foram incubados a 35°C em um intervalo de 24 a 48 horas. No final da incubação, alíquotas daqueles que apresentaram formação de gás no tubo de Durham foram inoculadas em tubos com caldo verde brilhante lactose bile, a 35°C e de 24 a 48 horas, para o teste confirmativo de coliformes totais e em tubos com caldo EC, com incubação em banho-maria a 45°C por 24 horas, para o teste confirmativo de coliformes fecais a 45°C.

b -) Contagem total de bactérias psicrotróficas

Para a contagem de bactérias psicrotróficas utilizou-se o meio ágar padrão para contagem (PCA). As diluições de 10^{-1} até 10^{-3} foram plaqueadas em profundidade, com 1mL de cada diluição em duplicata, acrescentando-se \pm 20mL do meio PCA, fazendo movimentos das placas em forma de 8 para homogeneizar o meio. Após o plaqueamento, as placas permaneceram em repouso até completa solidificação do meio, sendo, então invertidas e incubadas a 7°C por 10 dias (Vanderzant & Splittstoesser, 1992). Decorrido o tempo de incubação, foram selecionadas as placas e fez-se a contagem das mesmas, com auxílio do contador de colônias tipo Quebec.

c -) Detecção de Salmonella

Para detecção de *Salmonella* foi utilizado o Kit “1-2 Test”, fabricado pela BioControl/USA. Trata-se de um método oficial aprovado pela Association of Official Analytical Chemists International (AOAC, 2000). Primeiramente foi feito um pré-enriquecimento de cada amostra analisada, inoculando-se 25g de mamão minimamente processado em um erlenmeyer contendo 225mL de caldo lactosado, com incubação em estufa a 35°C por 24 horas.

Posteriormente fez-se o preparo dos kits, compostos, cada um, de dois compartimentos. Uma amostra pré-enriquecida (0,1mL) foi inoculada em câmara de inoculação, onde primeiramente foi adicionada uma gota de solução de iodo-iodeto e removendo-se depois, com auxílio de uma pinça esterilizada, o tampão desta câmara. A câmara de motilidade contém um meio não seletivo e é fechada por uma pequena ponteira, retirada para formar um vão no gel. Neste vão adicionou-se uma gota da solução de anticorpos polivalentes anti-*Salmonella*. Os kits foram incubados a 35°C num intervalo de 24 a 48 horas. A possível presença de *Salmonella* é caracterizada pela formação de uma imunobanda na metade superior do gel na câmara de motilidade. Trata-se de uma banda branca que apresenta forma de U, formada pela aglutinação das células da bactéria com a solução de anticorpos.

5.2.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para as análises físico-químicas foi inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 4x3 e três repetições. Foram analisados 4 períodos (dia do processamento, 3°, 6° e 9° dias) e 3 tipos de acondicionamentos: bandejas de poliestireno rígido envolvidos com PP, bandejas de poliestireno rígido envolvidas em filme PP com injeção de mistura gasosa (5% O₂ + 10% CO₂) e em PET, sendo estas utilizadas como controle.

As parcelas experimentais consistiram em amostras de mamão minimamente processado acondicionado em bandejas do tipo PET e bandejas de poliestireno rígido envolvidas com PP com e sem injeção de gás (5% O₂ + 10% CO₂). As embalagens tipo PET continham aproximadamente 100g de mamões processados, e os embalados em

PP aproximadamente 240g. Os dados obtidos das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey (5%) através do programa estatístico SANEST (ZONTA & MACHADO, 1985). As análises físico-químicas realizadas no dia do processamento foram destinadas à caracterização dos mamões recém processados e, portanto, não foram considerados os efeitos das embalagens utilizadas.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Monitoramento Gasoso

O uso de polímeros para o acondicionamento de produtos minimamente processados propicia a modificação da atmosfera ao redor do produto, podendo ser considerado um fator de conservação para o mesmo (SCHLIMME; ROONEY, 1997).

A magnitude da alteração na concentração dos gases do interior da embalagem depende da atividade respiratória do produto, da relação entre a área superficial do material de embalagem e a quantidade de produto, da temperatura de armazenamento e da natureza e espessura do material de embalagem (SMITH et. al., 1987).

Neste experimento foram utilizados valores bastante próximos para a relação entre a área superficial do material de embalagem e a massa de mamão, obtendo-se valores de 5,50 e 5,54 para PP e PET, respectivamente. Para isso, a massa de mamões minimamente processados, acondicionados nas embalagens PET e PP, variou de acordo com a área de permeação das mesmas (Tabela 13).

Tabela 13 - Características dos materiais de embalagens

Embalagens	Área efetiva de permeação (cm ²) (A)	Massa (g) (B)	Relação A/B (cm ² /g)
PET ¹	554	100	5,54
PP ²	1320	240	5,50

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

Os mamões tratados com ácido ascórbico (0,5%) mais CaCl_2 (1%), embalados em PET não obtiveram modificação da atmosfera nos níveis recomendados por Cantwell (1992), uma vez que, a velocidade de modificação da concentração dos gases do interior das embalagens foi bastante lenta e pequena, alcançando no final do período de armazenamento níveis próximos de 20% O_2 e 0,5% CO_2 (Figura 16).

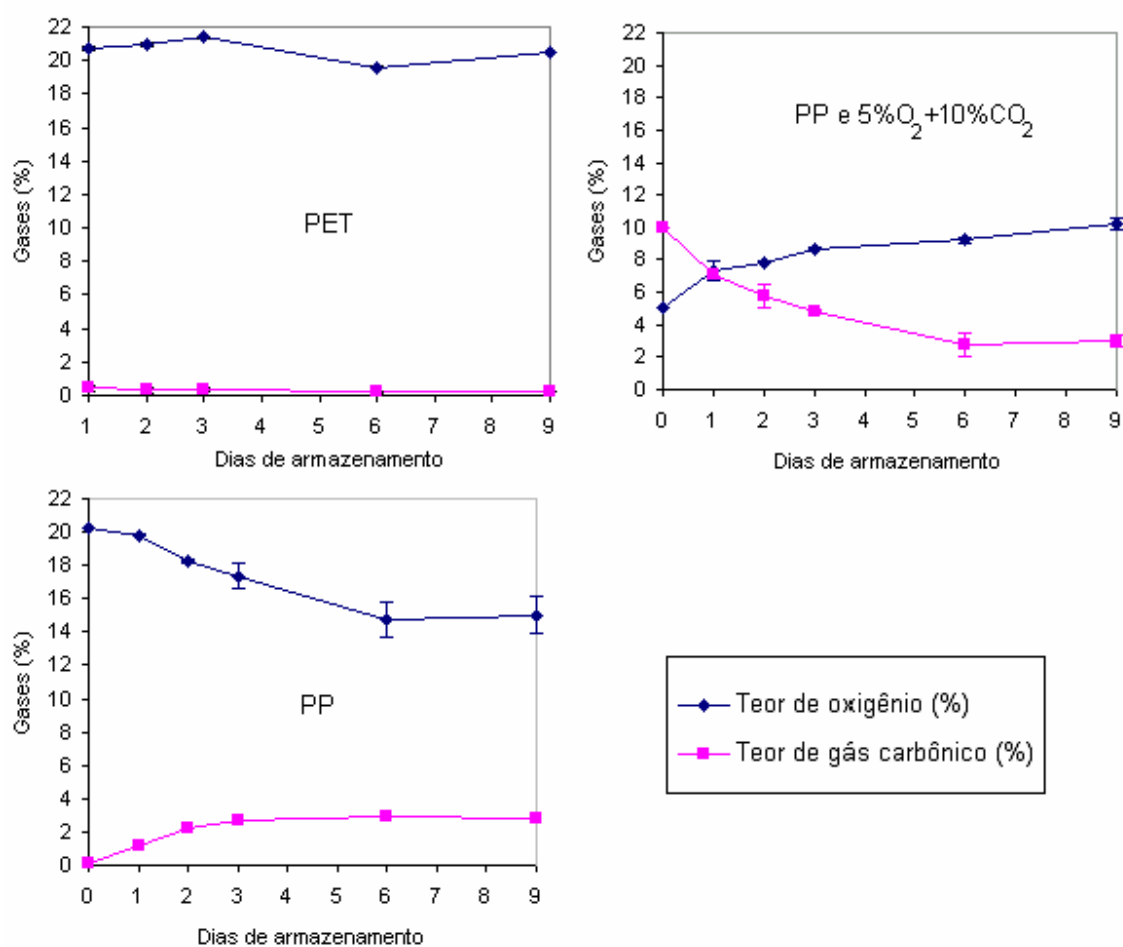


Figura 16 - Alteração do teor de oxigênio (% O_2) e gás carbônico (% CO_2) de mamões minimamente processados submetidos a três tipos de acondicionamentos, armazenados a 6°C por 9 dias. PET: embalagem de polietileno tereftalato rígido com tampa; PP: filme de polipropileno 32 μm e PP com injeção de 5% O_2 + 10% CO_2

A pequena modificação de gases do interior das embalagens tipo PET deve-se à alta permeabilidade da mesma a gases (Tabela 14). Sasaki (2005) estudando abóboras minimamente processadas acondicionadas em diversos tipos de embalagens atribuiu a pequena modificação gasosa do interior das embalagens tipo PET à deficiência na vedação das mesmas.

Tabela 14 – Caracterização das embalagens

Embalagens	Espessura (μm)	TPO_2 ($\text{cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$)	TPCO_2 ($\text{cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$)
PET ¹	-	12081	-
PP ²	32	3065	5.931

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 μm

Para os mamões acondicionados em PP sem adição de gases verificou-se um decréscimo gradual do teor de oxigênio e um aumento do teor de gás carbônico, com estabilização a partir do 6º dia, alcançando, no final do período de armazenamento, níveis de 15,03% de O_2 e 2,86% de CO_2 (Figura 16).

Por outro lado, para os mamões embalados em PP com 5% de O_2 + 10% de CO_2 verificou-se um aumento gradual no teor de oxigênio e queda no teor de gás carbônico, do interior da embalagem (Figura 16). Isto, provavelmente, ocorreu em função da permeabilidade da embalagem, aliada a um gradiente estabelecido para a concentração de gases do ambiente externo e interno da embalagem. A baixa concentração de oxigênio no interior desta embalagem (5%), logo no início do período de armazenamento, comparada a existente no ambiente atmosférico (21%) permitiu a entrada deste gás para o interior das mesmas. Em contrapartida, a elevada concentração de gás carbônico no interior da embalagem (10%) em relação à presente no ambiente externo (0,03%), favoreceu a saída gradual deste gás do interior da mesma.

Arruda (2002) verificou em melões minimamente processados, embalados com filme de polipropileno 52 μm contendo cerca de 5% de O_2 e 20% de CO_2 , a gradativa saída de CO_2 e entrada de O_2 , alcançando ao final de 12 dias de armazenamento 6% de O_2 e 13% de CO_2 .

Deve-se destacar que, apenas, os mamões acondicionados em filme PP com 5% de O₂ + 10% de CO₂ alcançaram a estabilização a partir do 3º dia de armazenamento em níveis de O₂ e CO₂ dentro da faixa proposta por Cawntell (1992), para a preservação de frutos e vegetais processados, com cerca de 10,2% de O₂ e 2,97% de CO₂.

Apesar dos mamões acondicionados em PP, sem injeção de gás, terem alcançado os níveis desejáveis para a preservação da qualidade de produtos processados, propostos por Cantwell (1992), estes níveis foram alcançados somente no 6º dia de armazenamento, ou seja, no final do período de armazenamento.

5.3.2 Características físico-químicas

5.3.2.1 Perda de massa

A perda de massa é considerada um dos principais fatores na vida de armazenamento de muitos produtos hortícolas devido, principalmente, à perda de água pela transpiração (YANG E HOFFMANN, 1984).

Neste experimento, foi constatada interação significativa para a perda de massa quando considerados os 3 tipos de tratamentos aplicados e o período de armazenamento (Tabela 15).

Tabela 15 - Perda de massa em mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	0,00cC	1,46aB	1,57aAB	1,83aA
PP ²	0,00cB	0,57bA	0,58bA	0,58bA
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	0,00cB	0,56bA	0,57bA	0,58bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

De maneira geral, os mamões que sofreram os três tipos de acondicionamentos tenderam a apresentar aumento da perda de massa ao longo do período de armazenamento, sendo que, aqueles acondicionados em PET, apresentaram uma maior perda, quando comparados aos demais tratamentos, alcançando um valor médio de 1,21%. Sasaki (2005), estudando abóboras minimamente processadas, verificou perda de massa de 1,74%, porém foram considerados valores bem abaixo do limite crítico, não resultando em perdas qualitativas.

As perdas de massas detectadas pelas embalagens PP sem e com injeção de gás foram significativamente mais baixas que a verificada na embalagem PET, alcançando valores médios equivalentes a 0,43%. Segundo Kader (1986) a perda de água pode ser minimizada pela atmosfera modificada, ou controlada, devido à elevada umidade relativa propiciada pela embalagem.

Fonseca et al. (2003) estudando mamões inteiros, submetidos a diferentes concentrações de O₂ e CO₂ (3% O₂ e 3% CO₂, 3% O₂ e 6% CO₂, 3% O₂ e 8% CO₂, 5% O₂ e 8% CO₂) verificaram que a perda de massa não se diferiu entre as atmosferas controladas, sendo que, menores perdas foram verificadas para os frutos submetidos à elevada umidade relativa (90%UR).

A embalagem funciona como a membrana que foi retirada durante o processamento, reduzindo a perda de água, o ataque de microorganismos e outras reações (DURIGAN; CASSARO, 2000).

Apesar de terem sido constatadas diferenças significativas na perda de massa entre os mamões processados, submetidos aos 3 tipos de acondicionamento, elas mantiveram-se bem abaixo daquela que conduz a alterações da qualidade do mamão. Segundo Wills et. al (1981), perdas de massa, em mamões processados, superiores a 5% levam ao murchamento e a provocam deformações no fruto.

5.3.2.2 Cor

Luminosidade

A variável L indica a luminosidade e diferencia cores claras de escuras variando de zero para cores escuras (preto) a 100 para cores claras (branco). Não foi constatada alteração significativa na luminosidade dos mamões processados para a interação dos

dois fatores analisados (acondicionamento e período de armazenamento), os quais obtiveram valores médios de 54,97.

A preservação da luminosidade em mamões submetidos aos três tipos de acondicionamentos se deve, provavelmente à adição do CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%), a qual colaborou para a inibição do escurecimento dos mesmos. Reis (2002) constatou a eficácia da aplicação de tratamento químico na inibição do escurecimento de bananas minimamente processadas; os frutos tratados com CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (1%) + L-cisteína, independentemente do tipo de atmosfera modificada promovida, mantiveram a luminosidade durante todo o período de tempo avaliado, enquanto aqueles sem aplicação do tratamento químico apresentaram escurecimento 6 horas após o processamento.

Cromaticidade

Foi verificado que apenas os mamões embalados em PP com e sem injeção de gás tiveram aumento significativo desta variável a partir do 6º dia de armazenamento, mostrando que o uso de modificação passiva e ativa da atmosfera foi pouco eficaz para a preservação da pigmentação em mamões minimamente processados.

Os mamões embalados em PET mantiveram valores semelhantes aos mamões recém-processados para este parâmetro durante todo o período de armazenamento e em níveis significativamente menores que aqueles embalados em filme PP a partir do 6º dia (Tabela 16).

Tabela 16 - Cromaticidade de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	49,09aA	49,14aA	49,74bA	50,03bA
PP ²	49,09aB	50,82aB	53,10aA	55,32aA
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	49,09aB	50,84aB	53,97aA	55,57aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

Ângulo Hue

Foram constatadas alterações significativas para o ângulo de cor quando se consideram os dois fatores avaliados, acondicionamento e período de armazenamento, separadamente.

Os mamões processados, acondicionados de 3 maneiras diferentes, tenderam a apresentar queda do ângulo de cor, o qual pode ser evidenciado pela média obtida em cada tempo de avaliação (Figura 17).

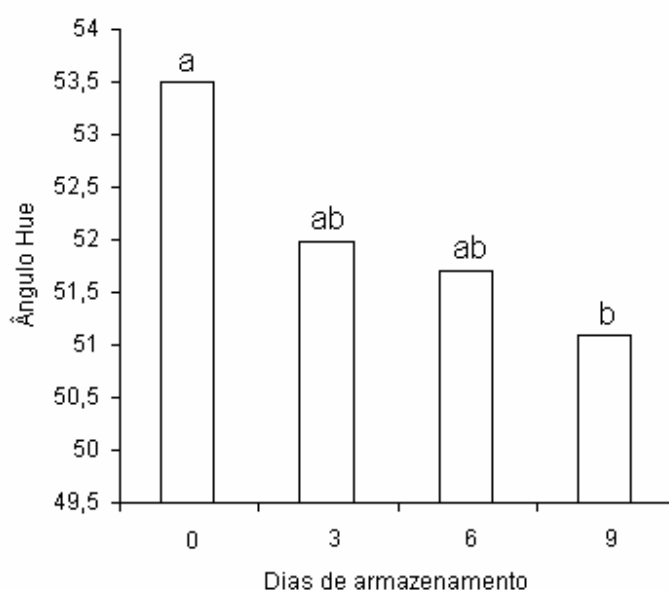


Figura 17 - Valores médios para Ângulo Hue de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Considerando-se o efeito dos tratamentos aplicados, verifica-se que os mamões embalados com PP, sem e com injeção de gás, tenderam a apresentar coloração alaranjada mais intensa, quando comparados com aqueles embalados em PET evidenciada pelas médias de valores significativamente menores (Figura 18).

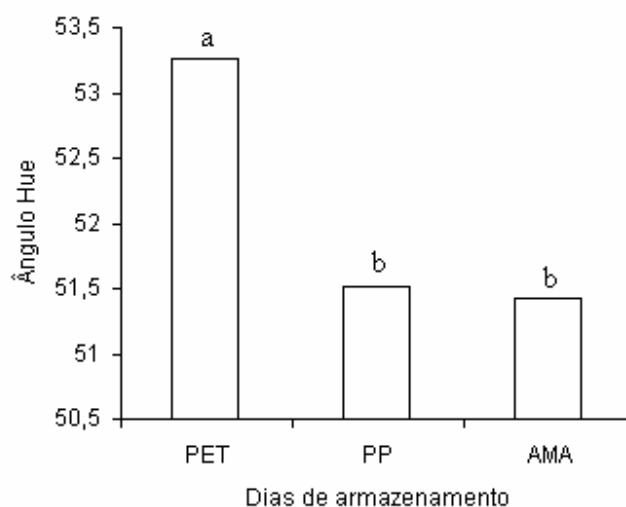


Figura 18 - Ângulo Hue de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias. PET: polietileno tereftalato ascórbico; PP: filme de polipropileno sem injeção de gás; AMA: filme de polipropileno com 5%O₂+10%CO₂

5.3.2.3 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis dos mamões recém-processados e com três tipos de acondicionamentos foi bastante próximo aos valores obtidos por Miranda (2001) em mamões minimamente processados, no início do experimento, o qual encontrou valores médios de 10,9°Brix.

Houve alteração significativa para este parâmetro quando se considera a interação dos fatores estudados, sendo que, apenas os mamões embalados em PET apresentaram queda significativa a partir do 6° dia, enquanto aqueles embalados em PP mantiveram, durante todo o período de armazenamento, níveis semelhantes aos mamões recém-processados (Tabela 17).

Tabela 17 - Teor de sólidos solúveis de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	10,98aA	11,06aA	10,73bB	10,50bC
PP ²	10,98aA	11,00aA	10,93aA	10,86aA
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	10,98aA	11,03aA	10,96aA	10,90aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

Os mamões embalados em PP com e sem injeção de gás apresentaram médias semelhantes entre si e significativamente maiores que mamões embalados em PET, mostrando que a modificação da atmosfera no interior destas embalagens foi eficaz na preservação do teor de sólidos solúveis.

Bonnas (2002) também constatou que abacaxis minimamente processados, acondicionados em embalagens com modificação passiva da atmosfera (controle) apresentaram níveis de teor de sólidos solúveis semelhantes aos frutos embalados com 2%O₂+10%CO₂.

No presente trabalho, os menores valores encontrados nos mamões embalados em PET mostraram que o consumo de substrato nesta embalagem foi mais intenso que nas demais, o que pode ser explicado pela pequena modificação da atmosfera promovida no interior das mesmas, acusando uma maior atividade respiratória.

5.3.2.4 pH

Foi detectado efeito significativo para o pH de mamões processados, tratados com CaCl₂ (1%) mais ácido ascórbico (0,5%) ao considerar a interação entre as embalagens utilizadas e o período de armazenamento (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores de pH em mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	4.98aA	4.67bC	4.97aA	4.85aB
PP ²	4.98aA	4.77aC	4.84bB	4.81bBC
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	4.98aA	4.76aC	4.82bB	4.80bBC

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

Todos os mamões processados apresentaram queda no pH até o 3º dia de armazenamento devido, provavelmente, à adição de ácido ascórbico em todos os tratamentos testados durante o processamento. Contudo, a partir deste dia verificou-se um aumento significativo do pH em todas as embalagens avaliadas. Isto pode ser explicado pela ação do cloreto de cálcio, adicionado a todos os tratamentos, uma vez que o cálcio é um sal clorado de natureza básica (Peroni, 2002).

Os mamões embalados em PET obtiveram aumento do pH significativamente maior quando comparados com os mamões embalados em PP, devido, provavelmente, ao maior consumo de ácidos nos mamões, acondicionados nesta embalagem, durante o processo respiratório.

Bonnas (2002), estudando abacaxis minimamente processados, acondicionados em embalagens contendo 5% de O₂ + 5% de CO₂; 2% de O₂ + 10% de CO₂ e sem injeção de gás (controle) não constatou alterações significativas entre as embalagens utilizadas, porém todos os tratamentos obtiveram ligeira elevação do pH, atribuída à redução da acidez titúlavel, consumida no processo respiratório.

Os mamões acondicionados PP também apresentaram aumento do pH a partir do 3º dia, no entanto, este aumento foi significativamente menor que os mamões embalados em PET, mostrando que o uso deste tipo de filme, em associação à aplicação de preservativos químicos, demonstrou efeito positivo para a retenção de ácidos orgânicos e preservação do pH.

Reis (2002), avaliando o pH de bananas minimamente processadas, tratadas com CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (0,5%) + L-cisteína, acondicionadas em embalagens com atmosfera ativa e passiva, constatou que os tratamentos químicos aplicados foram efetivos ao reter a elevação do pH e a degradação dos ácidos nos frutos, independente do tipo de embalagem utilizada.

5.3.2.5 Acidez titulável (AT)

Houve alteração significativa para este parâmetro considerando-se os tipos de acondicionamentos e o período de armazenamento separadamente.

Todos os mamões apresentaram aumento significativo da acidez até o 3º dia de armazenamento devido à adição do ácido durante o processamento. Após este dia, foi detectada queda significativa, mostrando que o ácido foi consumido no processo respiratório. Segundo Brackmann (1990), os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para a obtenção de energia pela célula, pois fazem parte do ciclo de Krebs (Figura 19).

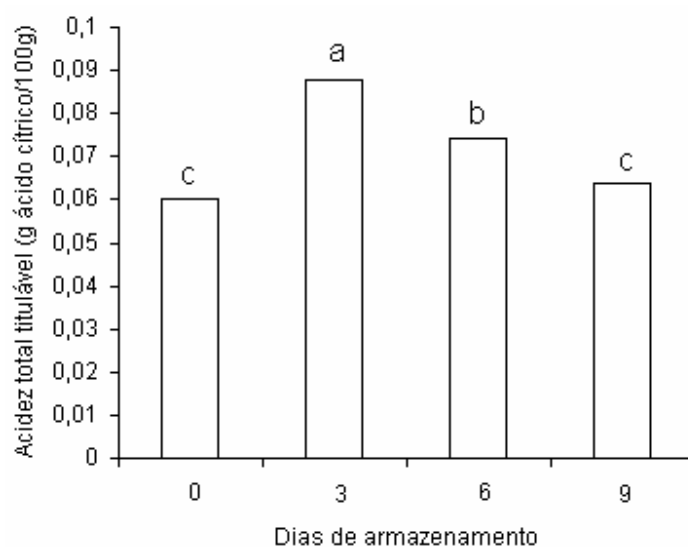


Figura 19 - Valores médios para acidez total titulável de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Reis (2002), estudando bananas minimamente processadas, tratadas com CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (0,5%) + L-cisteína e acondicionadas em embalagens com modificação ativa e passiva da atmosfera, também, apresentaram queda da acidez para todos os tratamentos estudados, confirmando a hipótese de que os ácidos foram utilizados para a obtenção de energia.

Com relação ao efeito das embalagens, verificaram-se níveis médios de acidez significativamente menores para os mamões embalados em PET, quando comparados com os mamões embalados em filme de polipropileno, com e sem injeção gasosa. Isto mostrou que os ácidos foram consumidos com maior intensidade nas embalagens PET, evidenciado pela pequena modificação gasosa no interior destas embalagens, denotando maior atividade respiratória e consumo dos substratos (Figura 20).

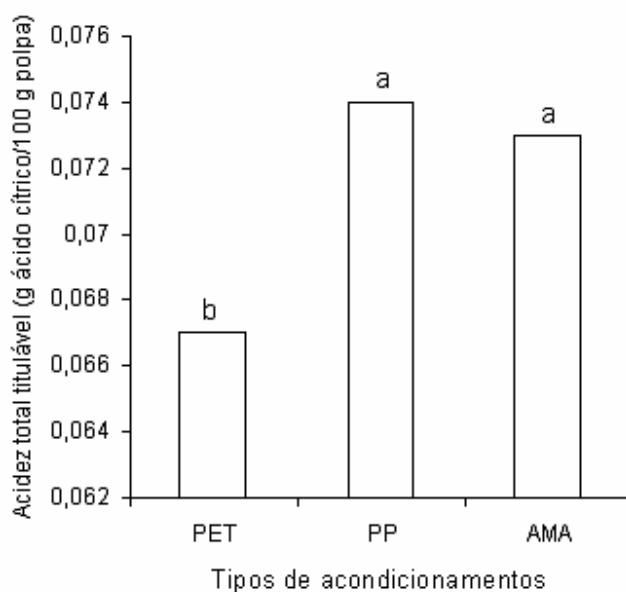


Figura 20 - Valores médios da acidez total titulável de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento. PET: polietileno tereftalato ascórbico, PP: filme de polietileno sem injeção de gás, AMA: filme de polietileno com 5% O_2 + 10% CO_2

Os mamões embalados em PP mantiveram níveis de acidez semelhantes entre si e significativamente maiores que aqueles embalados em PET, colaborando para a preservação de ácidos orgânicos presente nos mamões processados.

Bonnas (2002), avaliando abacaxis minimamente processados acondicionados em embalagens com 5% de O₂ + 5% de CO₂; 2% de O₂ + 10% de CO₂ e controle, sem injeção de gás, verificou uma ligeira redução da acidez, porém não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

5.3.2.6 Vitamina C

O ácido ascórbico é considerado o principal agente antioxidante utilizado em alimentos para a prevenção do escurecimento dos tecidos, da perda de aroma e do sabor, bem como as mudanças na textura e redução na qualidade sensorial (CHITARRA, 2000).

O teor de ácido ascórbico inicial verificado nos mamões recém-processados mostrou-se abaixo daqueles encontrados por Islam et al. (1993), os quais afirmaram que os teores de ácido ascórbico para mamão, estão entre 88,1 e 117,8mg.100⁻¹g. Deve-se considerar que 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).

Todos os tratamentos avaliados apresentaram aumento no teor de ácido ascórbico a partir do 3º dia de armazenamento, mostrando que este ácido, adicionado aos mamões no momento do processamento, foi eficazmente absorvido pelos tecidos do fruto (Tabela 19).

Tabela 19 - Teor de ácido ascórbico em mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	55,20aB	59,84aA	54,14bBC	51,60bC
PP ²	55,20aBC	60,39aA	57,96aAB	53,89bC
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	55,20aB	61,41aA	60,47aA	59,22aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

A partir do 3º dia de armazenamento, os mamões acondicionados em todas as embalagens obtiveram queda gradual do nível de ácido ascórbico, sendo que foram constatadas reduções de 8,24; 6,5 e 2,19mg de ácido ascórbico/100g de polpa nos mamões embalados em PET, filme de polipropileno sob atmosfera modificada passiva e ativa respectivamente.

No final do período de armazenamento, apenas os mamões acondicionados em filme de polipropileno com 5%O₂ + 10%CO₂ alcançaram níveis significativamente superiores aos demais tratamentos, mostrando que tal embalagem foi mais eficiente para a preservação deste parâmetro. Segundo Weichmann (1987), as enzimas que regulam a oxidação da vitamina C, principalmente a ácido-ascórbico-oxidase, apresentam afinidade com o oxigênio, fazendo com que atmosferas que contenham baixa concentração de oxigênio apresentem mudança lenta de ácido ascórbico para ácido dehidroascórbico.

Em estudo realizado por Sasaki (2005) em as abóboras minimamente processadas acondicionadas em diferentes tipos de embalagens, foram observados teores de ácido ascórbico mais elevados nas embalagens que tiveram baixa concentração de O₂.

5.3.2.7 Açúcares solúveis totais (AT)

Os açúcares totais são carboidratos de baixo peso molecular, que desempenham papel fundamental na determinação do sabor doce dos frutos (Santos, 2003). Não houve diferenças entre os tipos de embalagens testadas, porém quando se considera o período de armazenamento, verificam-se modificações significativas. Todos os tratamentos aplicados mostraram uma elevação significativa para esta variável até o 3º dia de armazenamento, seguida de queda e estabilização em níveis próximos a 10,5% (Figura 21).

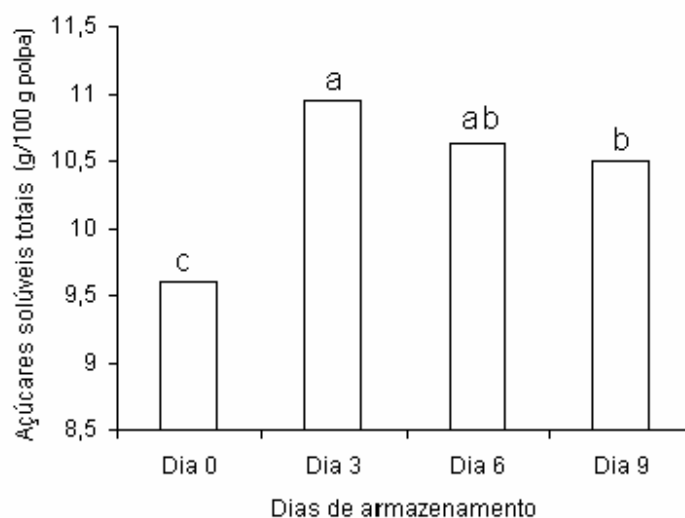


Figura 21 - Valores médios para açúcares solúveis totais de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Segundo Huddar et al. (1998), uma série de reações químicas ocorre durante o processo de amadurecimento, sendo que uma das mais proeminentes é relacionada à modificação dos carboidratos. Provavelmente o processamento mínimo acelerou essas reações químicas aumentando a concentração de açúcares no fruto processado. Segundo Bicalho (198) o amadurecimento contribui para o aumento dos teores de açúcares simples o qual é decorrente de processos degradativos dos polissacarídeos presentes nos frutos.

Após o 3º dia de armazenamento, os mamões processados, nos três tipos de acondicionamentos, apresentaram queda gradual, porém pouco significativa, mostrando que todos os tratamentos preservaram o teor de açúcares totais nos mamões processados. Reis (2002) não detectou diferenças no teor de açúcares entre bananas minimamente processadas, tratadas com aditivos químicos (CaCl_2 + ácido ascórbico + L-cisteína) e acondicionadas em embalagens de polipropileno + poliéster sem injeção de gás e com 10kpa+2kpa, concluindo que o uso de atmosfera modificada ativa não influenciou esta variável.

Assim fica evidente que o uso da combinação de aditivos químicos, CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (0,5%), aplicados nos três tipos de tratamentos testados foi o fator

responsável pela preservação do AT em mamões processados, o qual foi anteriormente comprovado como um tratamento eficaz para a preservação deste parâmetro.

5.3.2.8 Pectina total e solúvel

Foi verificado aumento da pectina total ao longo do período de armazenamento, independentemente do tipo de tratamento avaliado, o qual está associado à síntese de pectina (*turnover*), devido ao estresse sofrido pelo fruto, durante o processamento (Figura 21). Contudo deve-se considerar que esta alteração foi pequena obtendo em média 574,76 mg ácido galacturônico/100 g de polpa (Figura 22).

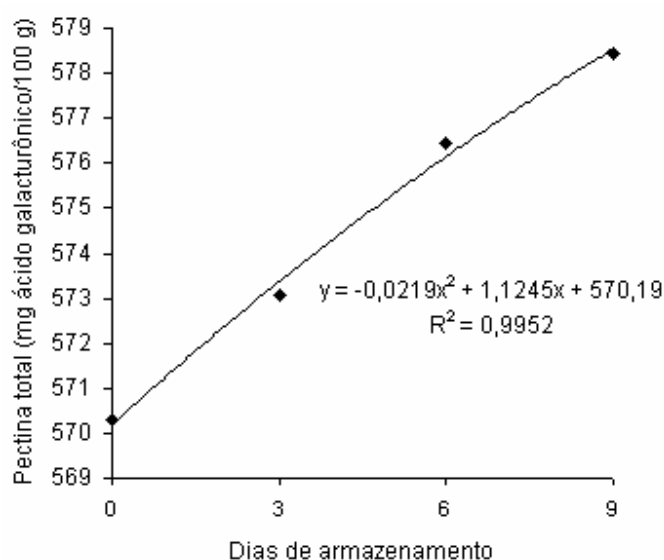


Figura 22 - Valores médios para pectina total de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Quando se avalia o teor de pectina solúvel verifica-se que todos os tratamentos apresentaram aumento, porém apenas os mamões acondicionados em filme PP sem injeção de gás apresentaram, a partir do 3º dia de armazenamento, níveis significativamente mais elevados (Tabela 20).

Tabela 20 - Pectina Solúvel em mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	257,02aB	259,30bAB	260,75bAB	262,17bA
PP ²	257,02aC	266,50aB	269,37aAB	272,17aA
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	257,02aA	257,16bA	260,03bA	261,45bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 µm.

Segundo Kluge (2002), após a fruta atingir seu tamanho máximo, o cálcio é despreendido da protopectina, composto que fornece coesão das células e firmeza antes da maturação do mesmo, pela ação da protopectinase e posteriormente por enzimas que atuam na modificação da textura, denominadas poligalacturonase e pectinametilesterase.

No presente trabalho os mamões acondicionados em PP com injeção de gás apresentaram menor solubilização que os frutos acondicionados neste tipo de filme sem injeção de gás. Alguns trabalhos associaram a menor porcentagem de solubilização do polímero péctico aos efeitos do uso da atmosfera modificada sobre a atividade da principal enzima responsável pela sua degradação, a poligalacturonase. Santos (2003) relacionou a menor solubilização de pectina em abacaxis minimamente processados sob atmosfera modificada ativa (5%O₂+5%CO₂, 2%O₂+10%CO₂) à menor atividade da poligalacturonase. Araújo (2003) verificou que melões minimamente processados submetidos à atmosfera modificada ativa (5%O₂+5%CO₂, 2%O₂+10%CO₂) proporcionaram menor solubilização das substâncias pécticas indicando tais tratamentos como mais efetivos neste caso.

Os mamões acondicionados em PET, os quais obtiveram pouca modificação gasosa, mantiveram níveis semelhantes aos frutos acondicionados em filme PP com injeção de gás. Isto mostrou que o cloreto de cálcio, adicionado durante o processamento do fruto, foi eficientemente absorvido pelos tecidos, colaborando para a preservação da parede celular e menor solubilização das substâncias pécticas.

5.3.2. 9 Textura

A textura se caracteriza como um dos principais atributos de qualidade, sendo considerado um dos parâmetros de maior desafio do processamento mínimo (PERONI, 2002). A degradação de protopectina da lamela média, o aumento da pectina solúvel e a perda de açúcares não celulósicos são sugeridos como as principais causas da perda de textura (GROSS e SAMS, 1984).

A textura dos mamões processados apresentou alteração significativa para os dois fatores analisados, embalagens e período de armazenamento, separadamente. Todos os mamões apresentaram aumento gradual ao longo do período de armazenamento, o que pode ser verificada pelas médias da textura em cada período de tempo (Figura 23). É necessário salientar que todos os mamões foram tratados com CaCl_2 (1%), o qual foi, comprovadamente, um tratamento eficaz na manutenção deste parâmetro em mamões processados.

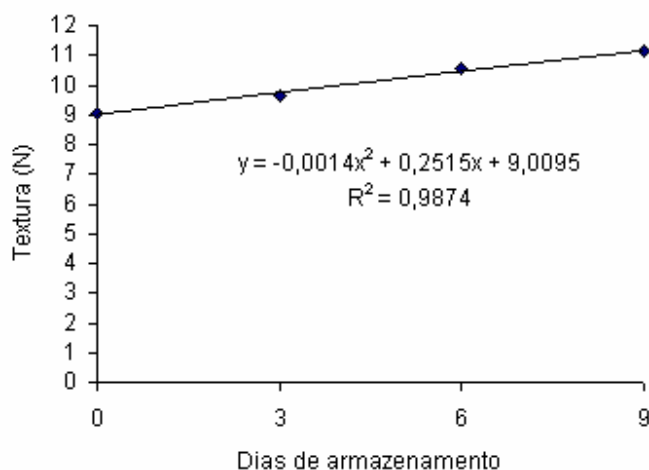


Figura 23 - Valores médios para textura de mamões minimamente processados tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Segundo Awad (1993) o cálcio possui papel fundamental na manutenção da firmeza do fruto, devido à função que o mesmo desempenha na lamela média, através

da ligação com pectinas da parede celular formando o pectato de cálcio. O pectato de cálcio atua na lamela média como um agente cimentante protegendo os tecidos do fruto contra o mecanismo de amaciamento durante o amadurecimento devido ao aumento da adesão celular (CHUNG e YOUN, 1995).

Os mamões acondicionados em PET e embalados em PP com injeção de gás apresentaram valor médio para a textura semelhante entre si e significativamente superior aos mamões embalados em PP sem injeção de gás (Figura 24).

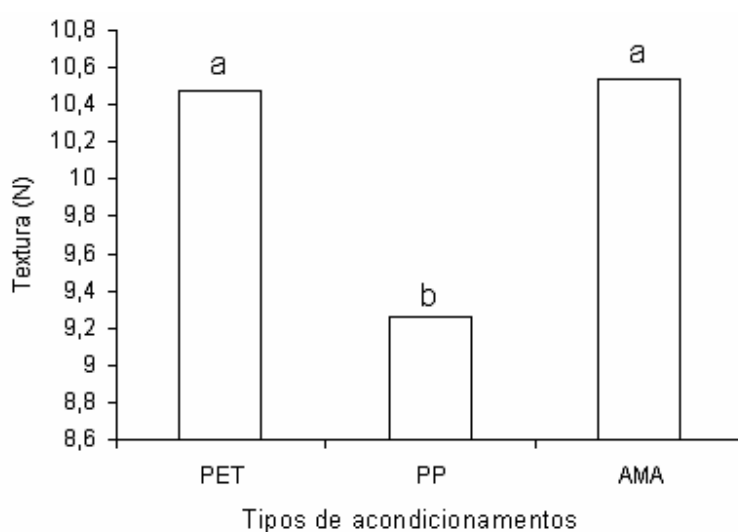


Figura 24 - Valores médios da textura de mamões minimamente processados, tratados, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias. PET: polietileno tereftalato ascórbico, PP: filme de polietileno sem injeção de gás, AMA: filme de polietileno com 5%O₂+10%CO₂

Estes resultados mostraram que o cálcio foi mais eficientemente absorvido pelos tecidos dos frutos em PET e PP com injeção de gás, obtendo menor solubilização da pectina e protegendo o mesmo contra o amolecimento.

Quando se avalia os mamões embalados em PP com e sem injeção de gás verifica-se que os primeiros apresentaram média de valores para a textura significativamente maior, sugerindo que o uso da atmosfera modificada ativa colaborou para a manutenção da textura (Figura 23). Segundo Kader (1986) o uso de atmosfera modificada pode colaborar para o retardamento do amadurecimento e amaciamento

dos frutos, sendo que elevadas concentrações de CO_2 propiciam efeito mais significativo para a retenção da firmeza que baixas concentrações de O_2 .

A preservação da textura para mamões submetidos à atmosfera modificada ativa se associou diretamente com a menor solubilização de substâncias pécicas verificada neste tipo de tratamento quando comparado aos frutos embalados em PP sem injeção de gás.

Bonnas (2002), estudando o efeito de atmosferas modificadas com diferentes concentrações de O_2 e CO_2 na firmeza de abacaxis minimamente processados, verificou o efeito positivo do uso de atmosfera modificada ativa nas proporções de $5\%\text{O}_2 + 5\%\text{CO}_2$ em relação à de $2\%\text{O}_2+10\%\text{CO}_2$, embora este fato não tenha sido estatisticamente comprovado.

5.3.3 Características sensoriais

5.3.3.1 Sabor

Houve efeito significativo do período de armazenamento sobre o sabor dos mamões processados acondicionados nos três tipos de acondicionamentos, sendo que, a média de notas atribuídas pelos provadores apresentou pequenas oscilações ao longo do tempo, porém ao final do 9º dia, obtiveram notas semelhantes às aquelas verificada no dia do processamento (Figura 25).

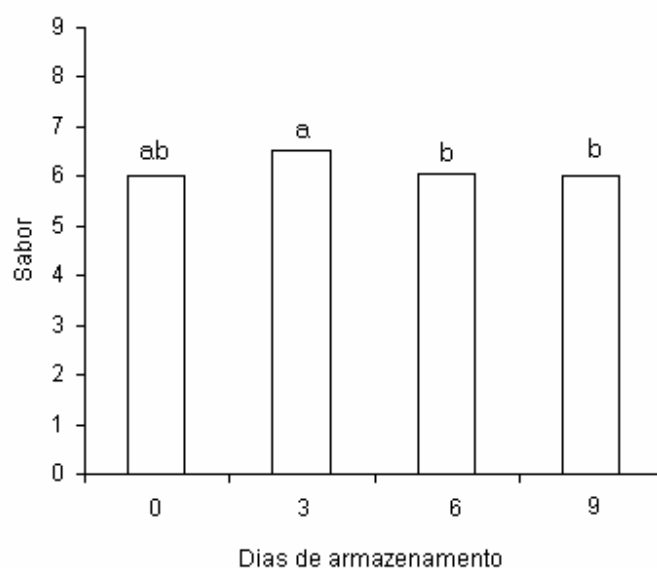


Figura 25 - Valores médios do sabor de mamões minimamente processados, tratados, com CaCl_2 + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

A modificação da atmosfera passiva e ativa promovida pelo uso de filme de polipropileno sem e com injeção de gás não influenciou o sabor dos mamões processados tratados com CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (0,5%), evidenciada pelos valores semelhantes destes com mamões embalados em PET. A manutenção do sabor dos mamões processados acondicionados nos três tipos de embalagens, possivelmente, está associada a boa retenção do teor de açúcares solúveis totais até o 9º dia de avaliação, a qual foi proporcionada pela adição de aditivos químicos, CaCl_2 (1%)+ ácido ascórbico (0,5%).

Reis (2002) verificou que o sabor de bananas minimamente processadas tratadas com ácido ascórbico(1%) + cloreto de cálcio(1%) apresentaram notas

baixas enquanto aqueles com atmosfera modificada passiva se sobressaíram, tendo uma melhor aceitação entre os provadores.

5.3.3.2 Textura

Houve interação significativa para a avaliação da textura durante o período de armazenamento e entre os tratamentos aplicados. Segundo o painel de provadores, a textura dos mamões tratados com CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico(0,5%) submetidos aos três tipos de acondicionamento, apresentaram queda ao longo do período de armazenamento, porém com estabilização a partir do 6º dia com notas entre 5 e 6 correspondente na escala de pontos como “não gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” (Figura 26).

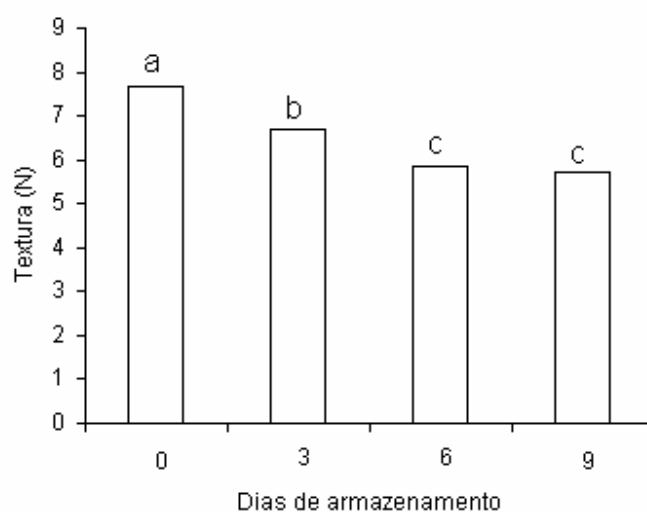


Figura 26 - Valores médios da textura de mamões minimamente processados, tratados com CaCl_2 + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

A média para a textura de mamões acondicionados em PP com 5% O_2 +10% CO_2 apresentaram notas significativamente maiores que aqueles sem injeção de gás (Figura 27).

Apesar das diferenças entre os tratamentos, todos mantiveram média de notas para a textura em condições satisfatórias para o consumo durante todo o período de armazenamento avaliado, obtendo notas entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente, comprovando a eficácia do uso de cloreto de cálcio para a preservação da integridade física da parede celular e conseqüentemente da textura.

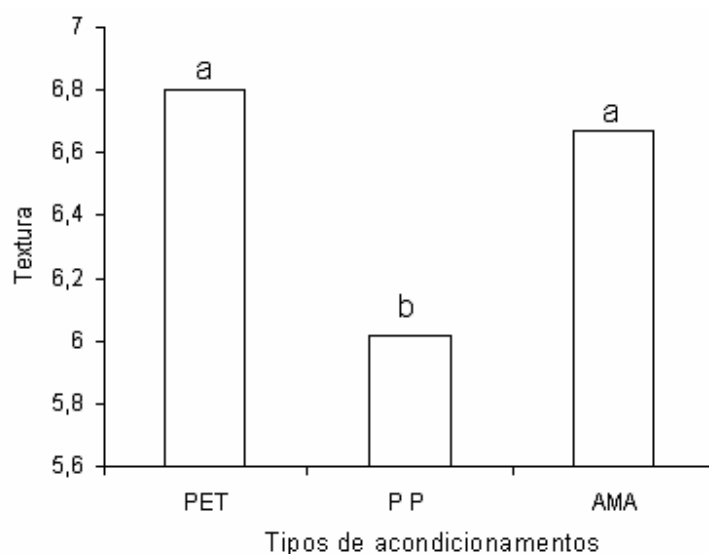


Figura 27 - Valores médios para a nota de textura de mamões minimamente processados tratados com CaCl_2 + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias. PET: polietileno tereftalato ascórbico, PP: filme de polietileno sem injeção de gás, AMA: filme de polietileno com $5\%\text{O}_2+10\%\text{CO}_2$

5.3.3.3 Aparência

Todos os tratamentos mostraram queda gradual para as notas de aparência, sendo que, apenas os mamões sob controle (embalagem PET) apresentaram, ao final do período de armazenamento, notas semelhantes àsquelas obtidas no dia do processamento, com avaliações entre gostei regularmente e gostei ligeiramente (Tabela 21).

Tabela 21 - Aparência de mamões minimamente processados tratados com CaCl_2 + ácido ascórbico submetidos a três tipos de acondicionamentos, armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos	Período de armazenamento			
	0	3	6	9
PET ¹	7,05aA	7,05aA	6,88aA	6,50aA
PP ²	7,05aA	6,38aA	4,77bB	4,05bB
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	7,05aA	6,44aA	4,55bB	4,11bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 μm . pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Por outro lado, os mamões acondicionados em PP apresentaram, a partir do 6º dia, valores abaixo do limite de aceitabilidade entre não gostei nem desgostei e desgostei ligeiramente, limitando a preservação da aparência dos mesmos. Os provadores descreveram, os mamões embalados com filme de polipropileno, no final do período de armazenamento como frutos que possuíam aparência de passado.

Reis (2002) avaliando a aparência de bananas minimamente processadas tratadas com 1% ácido ascórbico + 1% cloreto de cálcio acondicionadas em embalagens com 10KPa CO₂ + 2KPa O₂ e sem injeção de gás verificou que os frutos com 10KPa CO₂ + 2KPa O₂ tornaram-se inviáveis a partir do 4º dia uma vez que foi observado escurecimento e odor desagradável, com notas entre ligeiramente a moderadamente ruim ao 6º e 8º dia de armazenamento respectivamente.

Desta forma verificou-se que o uso de atmosfera modificada não colaborou para a preservação da aparência dos mamões processados durante todo o período de armazenamento avaliado, sendo que o fator que permitiu a manutenção da qualidade dos mesmos foi o uso de tratamento químico CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico(0,5%) constatada através das notas obtidas pelos mamões em PET.

5.3.4 Características microbiológicas

A manipulação inadequada de alimentos durante o processamento, o uso de equipamentos em más condições sanitárias, bem como, a utilização de matéria-prima contaminada permite a contaminação do produto processada final por bactérias (ICMSF, 1978).

Neste experimento as condições higiênico-sanitárias utilizadas durante o processamento foram avaliadas através da contagem de microorganismos em mamões recém-processados, os quais foram de < 10 UFC/g, $< 0,2$ UFC/g e $< 0,2$ UFC/g para os psicrotróficos, coliformes totais e coliformes fecais respectivamente. Não foi detectada a presença de *Salmonella* em nenhum dos tratamentos analisados, qualificando os mamões processados, acondicionados nos três tipos de embalagem, de acordo com a Resolução RDC Nº12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde.

Para a detecção de *Salmonella* e contagem de coliformes fecais foi utilizada a legislação sanitária referente a hortaliças frescas in-natura, citada acima, a qual preconiza ausência de *Salmonella* (em 25g de amostra) e, no máximo, 5×10^2 NMP (número mais provável) de coliformes fecais/g de produto para a garantia da preservação da saúde pública.

Durante 9 dias de avaliação, não foram detectados coliformes totais e fecais em nenhum dos tratamentos aplicados indicando que o processamento foi conduzido sob condições higiênico-sanitárias adequadas.

Segundo Marth (1998) o principal ponto de interesse microbiológico de produtos minimamente processados gira em torno de microorganismos psicrotróficos e mesofílicos patogênicos que crescem durante o período de armazenamento sob condições refrigeradas.

Na avaliação de microorganismos psicrotróficos, ao longo do período de armazenamento, houve um crescimento destes em todos os tratamentos aplicados, no entanto, mamões processados e embalados com poliestireno expandido envolvido com filme de polipropileno sob 5%O₂ e 10%CO₂ apresentaram menor proliferação deste microorganismo (Tabela 22).

Tabela 22 - NMP de psicotróficos, em mamões minimamente processados, tratados com CaCl_2 + ácido ascórbico, submetidos a três tipos de acondicionamento e armazenados a 6°C por 9 dias

Tratamentos aplicados	Dias de armazenamento	
	5	9
PET ¹	$2,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^3$
PP ²	$6,0 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
PP ² com 5%O ₂ +10%CO ₂	< 10	< $7,0 \times 10$

Início: <10 UFC/g

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ embalagem de polietileno tereftalato rígida; ² filme de polipropileno 32 μm .

Resultados semelhantes foram encontrados em estudo realizado com melâncias minimamente processadas em cubos, armazenadas a 5°C e submetidas à 5% O₂ + 10% CO₂, no qual o desenvolvimento microbiano, no final do período de 15 dias, foi equivalente aos valores obtidos inicialmente, enquanto que cubos armazenados sob atmosfera modificada passiva desenvolveram um número excessivo de microorganismos (SARGENT, 1999).

Por outro lado Reis (2002), verificou a redução de fungos e leveduras em bananas minimamente processados tratadas com 1% ácido ascórbico + 1% cloreto de cálcio, acondicionadas em embalagens com 10Kpa CO₂ + 2Kpa O₂ e sem injeção de gás nos frutos, atribuindo esta queda ao uso de tratamento químico.

Apesar da intensa proliferação de microorganismos psicotróficos em mamões embalados em PET e PP, sem injeção de gás, observou-se que as contagens microbiológicas finais ficaram dentro dos padrões aceitáveis para o consumo.

As bactérias psicotróficas bem como para coliformes totais não possuem legislação específica, porém, contagens acima de 10^5 e 10^6 UFC/g são consideradas impróprias para o consumo humano, devido à perda de valor nutricional, alterações organolépticas, riscos de deterioração e toxinfecções (CARUSO; CAMARGO, 1984).

A utilização de práticas higiênico-sanitários adequadas durante a etapa de processamento e, principalmente, o uso de atmosfera modificada ativa em mamões

minimamente processados permitiu a obtenção, no final do período de armazenamento, de mamões minimamente processados dentro de padrões microbiológicos e qualidade microbiológica excelente.

5.4 Conclusões

- Apesar da pouca modificação gasosa no interior das embalagens tipo PET, os mamões processados embalados na mesma, mantiveram as características físico-químicas, sensorias e microbiológicas satisfatórias, durante todo período de armazenamento avaliado (9 dias), mostrando a eficácia do uso de tratamento químico, CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico(0,5%) para a preservação da qualidade do produto.
- Os mamões minimamente processados tratados com CaCl_2 (1%) + ácido ascórbico (0,5%) e acondicionados em filme de polipropileno com e sem injeção de gás apresentaram comportamento semelhante para a maioria dos parâmetros físico-químicos e sensoriais (sabor e aparência), sendo que, a partir do 6° dia de armazenamento, foi constatada coloração alaranjada mais intensa (escurecimento da polpa) a qual se refletiu diretamente sobre a aparência do produto.
- Mamões acondicionados em filme de polipropileno com injeção gasosa, 5% O_2 + 10% CO_2 , demonstraram eficácia para a preservação do teor de vitamina C uma vez que alcançaram no 9° dia, teor de ácido ascórbico significativamente maior que nas demais embalagens.
- As técnicas higiênico-sanitárias utilizadas durante o processamento do fruto foram satisfatórias para garantir a sanidade de mamões minimamente processados ao final do período de armazenamento.
- Uso de atmosfera modificada ativa em mamões minimamente processados, 5% O_2 e 10% CO_2 , colaboraram para o retardamento de bactérias psicotróficas,

permitindo ao final do período de armazenamento um produto com qualidade microbiológica excelente.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA Resolução – RDC n o 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm: Acesso em: 20 maio 2006.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**: official method 989.17th ed. Arlington, 2000. 1v.

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

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

BRACKMAN, A. SAQUET, A.D. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyros Kaki*, L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.2, p.215-218, maio/ago. 1995.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell wall**. London, hyman, 1990. 194p.

BRUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HASEN, G. New methods for quantitative determination of uronic acids. **Analitical Biochemistry**, Copenhagen, v.54, p. 484-489, 1973.

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

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E.O. Processamento mínimo de couve e repolho. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 125-131.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES,R.M.N. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (Manual Técnico).

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

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

CHITARRA, M.J.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113p.

CHUNG, H.D.; YOUN, S.J. The effect of CaCl₂ application on membrane protein profiles and cell wall structure of strawberry fruits. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Korea, v.36, p.486-492, 1995.

DAREZZO, H.M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa* L.). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.114-124.

DEMIATI, I.M.; WOSTACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Analysis of total and reducing sugar in foods. A comparative study between colorimetric and titration techniques. **PUBLICATIO UEPG – Exact and Soil Science, Agrarian S. And Engeneering**, v.8, n.1., p. 65 – 78, 2002.

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

FONTES, L.C.B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas. Efeito na fisiologia e na conservação.** 2005. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

FONSECA, M.J.O.; CENCI, S.A.; LEAL, N.R.; BOTREL, N. **Uso de atmosfera modificada para a conservação pós-colheita do mamão 'Golden'.** Disponível em: [http:// www.scielo.br/ pdf/rbf/v25n3/18688.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n3/18688.pdf). Acesso em: 21 jun. 2006.

GROSS, K.C.; SAMS, C.E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry**, Elmsford, v.23, n.11, p.2457-2461, 1984.

HUDDAR, A.G.; BHARALLI, B.C.; THIMARAJU, K. R. Note on extensive of storage of mango fruits by Tal-prolong. **Acta Horticultural**, Wageningen, v.231, n.2, p. 668-669, 1998.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods.** 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press, 1978. v.1, 434p.

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

KADER, A.A. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres. **Food Technology**, Chicago, v.34. p.51-54, marc.1980.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basics for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.99-104,1986.

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

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Technology**, Chicago, v.52, n,2, p.57-62, 1998.

McCready, PM.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MIRANDA, R. B. **Avaliação da qualidade do mamão (Carica papaya L.) minimamente processado**. 2001. 71p. Dissertação (M.S.), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MORETTI, C.L.; MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Respiratory activity and browning of minimally processed sweet potatoes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p. 497-500, 2002.

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

POSTE, L.M.; MACKIE, D.A; BUTLER, G.; LARMOND, E. **Laboratory methods for sensory analysis of food**. Ottawa: Agriculture Canadá, 1991. 90p.

OLIVEIRA, L.M.; ALVES, R.M.V.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. **Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis**. Campinas: ITAL, CETEA, 1996. 219p.

REIS, C.M.F. **Manutenção da qualidade de banana “prata” minimamente processada**. 2002. 92p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

ROIG, M.G., RIVERA, Z.S.; KENNEDY, J.F. L-ascorbic acid: an overview. **International Journal of Food Science and Nutritional**, v. 44, p. 59-72, 1993.

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

SARGENT, S.A. Fresh-cut watermelon: maintaining quality from processor to supermarket. **Citrus & Vegetable Magazine**, Florida, v.2, p.24-25, Feb. 1999.

SANTOS, J.C.B. **Influência da atmosfera, modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi "Pérola"**. 2002. 92p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

SASAKI, F.F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. 2005. 145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

SCHLIMME, D.V; ROONEY, M.L. Envasado de frutas y hortalizas minimamente processadas. In: WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. p.131-177.

SMITH, S., GEESON, J., STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **Hortscience**, Alexandria, v.22, p. 272, 1987.

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. Culture methods for enumeration of microorganisms. In: Downes, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: American Public Health Association, 2001. chap. 6, p. 53-57.

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

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST - Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1985. 1v.

YANG, S.F.; HOFFMAN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v.35, p.155-189, 1984.

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

WEICHMANN, J. Low oxygen effects. In:_____. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. chap. 10, p 231-238.

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

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

REFERÊNCIAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT JUNIOR, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso em 20 maio 2006.
- AKAMINE, E.K.; GOO, T. Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. **Hortscience**, Alexandria, v.6, p.657-568, Dec. 1971.
- ALMEIDA, M. E. M. Processamento mínimo de frutas. In: SEMINÁRIO SOBRE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS MINIMAMENTE PROCESSADOS, 1998, Campinas. **Palestra...** Campinas: FRUTHOTEC-ITAL, 1998, 13p.
- ALVES, R. E.; SOUZA FIHO, M. de S. M. de; BASTOS, M. S. R.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BORGES, M. de F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. **Palestras...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.75-88.
- ANTONIOLLI, L.R. **Processamento mínimo de abacaxi “pérola”**. 2004. 166p. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- ARRUDA, M.C. **Processamento mínimo de melão rendilhado; tipo de corte, tempo de armazenamento e atmosfera modificada**. 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ARTES, F.; CASTANER, M.; GIL, M.I. Enzymatic browning in minimally processed fruit and vegetables. **Food Science Research International**, Chicago, v.6, n.4,p.377-389, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**: official method 989.17th ed. Arlington, 2000. 1v.

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

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

BEUCHAT, L.C.; GOLDEN, D.A. Antimicrobials occurring naturally in foods. **Food Technology**, Chicago, v.13, n.1, p. 134-142, 1989.

BICALHO, U.O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de PVC**. 1998. 145p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

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

BRACKMAN, A. SAQUET, A.D. Efeito da temperatura e condições de atmosfera controlada sobre a conservação de caqui (*Diospyros Kaki*, L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.2, p.215-218, maio/ago. 1995.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell wall**. London, hyman, 1990. 194p.

BRUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HASEN, G. New methods for quantitative determination of uronic acids. **Analitical Biochemistry**, Copenhagen, v.54, p. 484-489, 1973.

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

CHAN JUNIOR., H.T.; CHAMG, 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.

CHEN, N.M.; PAULL, R.E. Development and prevention of chilling injury im papaya fruit. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p. 639-643, 1986.

CHITARRA, A.B **Armazenamento de frutos e hortaliças por refrigeração**. Lavras:UFLA/FAEPE, 1999. 62 p

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

CHITARRA, M.J.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293p.

CHITARRA, A.B.; ALVES, R.E. **Tecnologia de pós-colheita para frutos tropicais**. Fortaleza: Frutal-Sindifruta, 2001. 1v.

CHUNG, H.D.; YOUN, S.J. The effect of CaCl₂ application on membrane protein profiles and cell wall struture of strawberry fruits. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwan, v.36, p.486-492, 1955.

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

DAREZZO, H.M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa* L.). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.114-124.

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

D'INNOCENZO, M. **Comportamento de enzimas da parede celular e textura da polpa relacionados ao tratamento de irradiação de mamões (*Carica papaya* L. cv. Solo) durante o amadurecimento.** 1996. 85p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1996.

DONADON, J.R.; RUGGIERO, C. Produtos minimamente processados: mamão - uso e produtos minimamente processados. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/todafruta>>. Acesso em: 22 maio 2006.

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.

DEMIATI, I.M.; WOSTACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Analysis of total and reducing sugar in foods. A comparative study between colorimetric and titration techniques. **PUBLICATIO UEPG – Exact and Soil Science, Agrarian S. And Engeneering**, v.8, n.1., p. 65 – 78, 2002.

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

DURIGAN, J.F. Processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.87-94.

DURIGAN, J.F. **Processamento de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2004. 69 p.

DYCHDALA, G.R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S.S.; BARKLEY, W.E. **Desinfection sterilization and preservation**. 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p. 131-151.

ETHOS lança manual contra desperdício. Disponível em: [http:// Ethos lança manual contra desperdício](http://Ethos%20lan%C3%A7a%20manual%20contra%20desperd%C3%ADcio). Disponível em:<[http:// revistagloborural.globo.com/Globo Rural/0,6993 EEC944183-1485,00.html](http://revistagloborural.globo.com/Globo_Rural/0,6993_EEC944183-1485,00.html)>. Acesso em: 15 junho 2006

FAO. **Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate**. Santiago: EditoraUCH, 1992. 413p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Mamão. In:_____. AGRIANUAL 2006: brasileira. São Paulo, 2006. p.349-356.

FONSECA, M.J.O.; CENCI, S.A.; LEAL, N.R.; BOTREL, N. **Uso de atmosfera modificada para a conservação pós-colheita do mamão 'Golden'**. Disponível em: [http:// www.scielo.br/ pdf/rbf/v25n3/18688.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n3/18688.pdf). Acesso em: 21 jun. 2006.

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

GARCIA, L.L. Fisiologia de pós-colheita, maturação controlada, armazenamento e transporte do mamão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: Livroceres, 1980, p.253-260.

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

GONÇALVEZ, 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.** 1998. 96p. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

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

GROSS, K.C.; SAMS, C.E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. **Phytochemistry**, Elmsford, v23, n.11, p.2457-2461, 1984.

GUNES, G.; SPLITTSTOESSER, D.F.; LEE, C. Y. Microbial quality of fresh potatoes: effect of minimal processing. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, n. 7, p. 863-866, July 1997.

HEPLER, P.K; WAYNE, R.O. Calcium and plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.36, p. 397-439. Jan./Feb. 1985.

HINOJOSA, R. L., MONTGOMERY, M. W. Industrialização do mamão. Aspectos bioquímicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: RUGGIERO, C. (Ed.) **Mamão**, Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 89-110.

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

HUBER, D. J.; KARAKURT, Y.; JIWON, J. **Pectin degradation in ripening and wounded fruits**. Disponível em: <http://orion.cpa.unicamp.br/sbfv/journal/pdfs/v13n2p224.pdf>. Acesso em 21 jun. 2006.

HUDDAR, A.G.; BHARALLI, B.C.; THIMARAJU, K. R. Note on extensive of storage of mango fruits by Tal-prolong. **Acta Horticultural**, Wageningen, v.231, n.2, p. 668-669, 1998.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods**. 2th ed. Toronto: University of Toronto Press, 1978. v.1, 434p.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION (IFPA). Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org>>. Acesso em: 15 jun. 2006.

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

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; KLUGE,R.A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. Disponível em: http://www.ciad.mx/dtao/XI_22CYTED/imagen/files_pdf/jacomino.pdf. Acesso em: 17 jun. 2006.

KADER, A.A. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres. **Food Tecnology**, Chicago, v.34. p.51-54, marc.1980.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basics for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Tecnology**, Chicago, v.40, n.5, p.99-104,1986.

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

KADER, A.A. **Postharvest & Tecnology of Horticultural Crops**. California: University of California, 2002. 519p.

KADER, A.A. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. **Acta Horticultural**, Wageningen, n.348, p. 139-146, 1995.

KADER, A.A. **Postharvest & Tecnology of Horticultural Crops**. California: University of California, 2002. 519p.

KATO-NOGUCHI, H.; WATADA, A.E. Citric acid reduces the respiration of fresh-cut carrots. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 1, p. 136, Feb. 1997.

KLEIN, B.P. Nutricional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.10, p.179-194, 1987.

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

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

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

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.** Vitória: Incaper, 2003. 497p.

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

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Technology**, Chicago, v.52, n. 2. p.57-62, 1998.

McCready, PM.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MIRANDA, R. B. **Avaliação da qualidade do mamão (Carica papaya L.) minimamente processado.** 2001. 71p. Dissertação (M.S.), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MORETTI, C. L; MACHADO, M.M. Aproveitamento de resíduos sólidos de processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., São Pedro, 2006. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.25 – 32.**

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

OLIVEIRA, L.M.; ALVES, R.M.V.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. **Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis**. Campinas: ITAL, CETEA, 1996. 219p.

PANTASTICO, E.B. Importância do manuseio pós-colheita e armazenamento de frutas. **Curso de pós-colheita e armazenamento de frutas**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981.

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,

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

REIS, C.M.F. **Manutenção da qualidade de banana “prata” minimamente processada**. 2002. 92p. Dissertação (M.S.) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

ROIG, M.G., RIVERA, Z.S.; KENNEDY, J.F. L-ascorbic acid: an overview. **International Journal of Food Science and Nutritional**, Chicago, v. 44, p. 59-72, 1993.

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

ROSA, O. O. **Microbiota associada às alterações da qualidade de produtos hortícolas minimamente processados durante a comercialização em redes de supermercado**. 2002. 155 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

ROSEN, J.; KADER, A.A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, p.656-659, 1989.

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

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

SANTOS, J.C.B. **Influência da atmosfera, modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi "Pérola"**. 2002. 74p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SAKR, S.; NOUBANHI, M.; BOURBOULOX, A.; RIESMEIER, J.; FROMMER, W.B.; SAUER, N.; DELROT, S. Cutting, ageing and expression of plant membrane transporters. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1330, p. 207-216, 1997.

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

SARGENT, S.A. Fresh-cut watermelon: maintaining quality from processor to supermarket. **Citrus & Vegetable Magazine**, Florida, p.24-25, v.2, Feb. 1999.

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e melão minimamente processado: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. 2002. 109p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

SASAKI, F.F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. 2005.145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

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 control for storage breakdown of apples. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 89, p. 204-210, 1993.

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

SMITH, S., GEESON, J., STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **Hortscience**, Alexandria, v.22, p. 272, 1987.

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. Culture methods for enumeration of microorganisms. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001. chap. 6, p. 53-57.

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.H.; JUNIOR, O.D.R. Processamento mínimo de mamão 'Formosa' . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, p. 47-50, Jan-Abr 2001.

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

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

VAROQUAUX, P. Overview of the fresh-cut process in France. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTOS MÍNIMOS DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006. São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...**Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.72 – 76.

VITTI, M.C.D. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterraba minimamente processada**. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. SANEST - Sistema de Análise Estatística Para Microcomputadores. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1985. 1v.

YANG,S.F.; HOFFMAN, N.E. Ethylene biosynthesis and regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, V.35, p.155-189, 1984.

WANG, C.Y. Chilling injury and browning of fresh-cut fruits and vegetables. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...**Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p.68 – 71.

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

WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partial processed fruits and vegetables. **Food Technology**, New York, n.50, p.116-122, May.1990.

WATADA, A.E.; KO, N.P.;MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Tecnology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, Nov. 1998.

WEICHMANN, J. Low oxigen effects. In:_____. **Postharvest physiology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. chap. 10, p,231-238.

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

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

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

ANEXOS

Tabela 23 - Análise Estatística para a perda de massa de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	25,13	8,37	94,59	0,00001*
Tratamento	3	0,004	0,001	0,01	0,9970
Interação	9	0,088	0,009	0,11	0,9987
Resíduo	32	2,83	0,085		

CV= 24,351%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 24 - Análise Estatística para a luminosidade de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	7,31	2,43	1,04	0,38
Tratamento	3	10,28	3,42	1,46	0,24
Interação	9	5,90	0,65	0,28	0,97
Resíduo	32	74,81	2,33		

CV= 2,781%

Tabela 25 - Análise Estatística para a cromaticidade de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	9,2	3,06	44,58	0,00001*
Tratamento	3	10,03	3,34	48,58	0,00001*
Interação	9	6,19	0,68	10,00	0,00001*
Resíduo	32	2,20	0,068		

CV= 0,522%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 26 - Análise Estatística para o ângulo Hue de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	35,12	11,70	8,19	0,00055*
Tratamento	3	51,05	17,01	11,91	0,00008*
Interação	9	20,17	2,24	1,56	0,16656
Resíduo	32	45,69	1,42		

CV= 2,278%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 27 - Análise Estatística para o teor de sólidos solúveis totais de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	2,19	0,73	54,00	0,0001*
Tratamento	3	1,96	0,65	48,30	0,0001*
Interação	9	1,09	0,12	8,94	0,0002*
Resíduo	32	0,43	0,01		

CV= 1,084%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 28 - Análise Estatística para o pH de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	0,246	0,082	89,79	0,0001*
Tratamento	3	0,161	0,053	58,94	0,0001*
Interação	9	0,142	0,015	17,28	0,0001*
Resíduo	32	0,029	0,0009		

CV= 0,622%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 29 - Análise Estatística para a acidez total titulável de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	0,00127	0,00042	46,14	0,0001*
Tratamento	3	0,00137	0,000455	49,80	0,0001*
Interação	9	0,00071	0,000079	8,65	0,0002*
Resíduo	32	0,00029	0,000009		

CV=4,414%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 30 - Análise Estatística para o teor de ácido ascórbico de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	422,82	140,94	50,35	0,00001*
Tratamento	3	597,07	199,02	71,11	0,00001*
Interação	9	257,87	28,65	10,23	0,00001*
Resíduo	32	89,56	2,79		

CV=3,162%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 31 - Análise Estatística para o teor de açúcares solúveis totais de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	5,43	1,81	49,40	0,00001*
Tratamento	3	22,25	7,41	202,48	0,00001*
Interação	9	9,82	1,09	29,80	0,00001*
Resíduo	32	1,17	0,03		

CV=1,972%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 32 - Análise Estatística para a pectina total de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	1365,12	435,04	25,20	0,00001*
Tratamento	3	792,30	264,10	15,29	0,00002*
Interação	9	308,66	34,29	1,98	0,07405
Resíduo	32	552,39	17,26		

CV=0,726%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 33 - Análise Estatística para a pectina solúvel de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	6775,84	2258,61	806,31	0,00001*
Tratamento	3	3928,00	1309,33	467,42	0,00001*
Interação	9	4696,21	521,80	186,27	0,00001*
Resíduo	32	89,63	2,80		

CV=0,628%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 34 - Análise Estatística para a textura de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl₂ e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl₂ armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	4,51	1,50	1,34	0,2776
Tratamento	3	59,76	19,92	17,74	0,00001*
Interação	9	39,74	4,41	3,93	0,00215*
Resíduo	32	35,91	1,12		

CV=11,776%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 35 - Análise Estatística para o sabor de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	39,74	13,24	5,66	0,00123*
Tratamento	3	60,12	20,04	8,56	0,00009*
Interação	9	28,93	3,21	1,37	0,19884
Resíduo	272	636,11	2,33		

CV=22,782%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 36 - Análise Estatística para a textura de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	28,23	9,41	3,13	0,02553*
Tratamento	3	123,93	41,31	13,75	0,00001*
Interação	9	26,81	2,97	0,99	0,55278
Resíduo	272	816,88	3,00		

CV=32,62%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 37 - Análise Estatística para a aparência de mamões tratados com ácido ascórbico, CaCl_2 e a combinação de ácido ascórbico mais CaCl_2 armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	82,08	27,36	15,39	0,00001*
Tratamento	3	173,41	57,80	32,53	0,00001*
Interação	9	20,66	2,29	1,29	0,24016
Resíduo	272	483,33	1,17		

CV=24,055%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 38 - Análise Estatística para perda de massa de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	5,87	1,95	74,55	0,00001*
Tratamento	2	4,90	2,45	93,50	0,00001*
Interação	6	1,77	0,29	11,25	0,00003*
Resíduo	24	0,62	0,02		

CV= 23,33%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 39 - Análise Estatística para a luminosidade de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	11,36	3,78	1,84	0,16
Tratamento	2	0,15	0,07	0,03	0,96
Interação	6	0,55	0,09	0,04	0,99
Resíduo	24	49,16	2,04		

CV= 2.593%

Tabela 40 - Análise Estatística para a cromaticidade de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias.

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	111,08	37,02	37,65	0,00001*
Tratamento	2	59,99	29,99	30,50	0,00001*
Interação	6	34,54	5,75	5,85	0,00096*
Resíduo	24	23,59	0,98		

CV= 1,932%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 41 - Análise Estatística para o ângulo Hue de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	28,16	9,38	4,89	0,008*
Tratamento	2	25,74	12,87	6,71	0,005*
Interação	6	9,26	1,54	0,80	0,576
Resíduo	24	46,01	1,91		

CV= 2,659%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 42 - Análise Estatística para o teor de sólidos solúveis de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	0,40	0,13	17,99	0,00002*
Tratamento	2	0,15	0,07	10,33	0,00083*
Interação	6	0,24	0,04	5,39	0,00146*
Resíduo	24	0,17	0,007		

CV= 0,794%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 43 - Análise Estatística para o pH de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	0,2809	0,09365	256,37	0,00001*
Tratamento	2	0,0048	0,00249	6,82	0,00475*
Interação	6	0,0559	0,00932	25,53	0,00001*
Resíduo	24	0,0087	0,00036		

CV= 0,394%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 44 - Análise Estatística para a acidez total titulável de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	0,0041	0,0013	85,81	0,00001*
Tratamento	2	0,00031	0,00015	9,77	0,00106*
Interação	6	0,00021	0,00003	2,18	0,08019
Resíduo	24	0,00039	0,00016		

CV=5,603%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 45 - Análise Estatística para o teor de ácido ascórbico de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	184,61	61,53	28,99	0,00001*
Tratamento	2	90,85	45,45	21,40	0,00003*
Interação	6	60,54	10,92	5,14	0,00187*
Resíduo	24	50,93	2,12		

CV=2,554%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 46 - Análise Estatística para o teor de açúcares solúveis totais de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	9,09	3,03	43,67	0,00001*
Tratamento	2	0,24	0,12	1,78	0,18833
Interação	6	0,22	0,03	0,54	0,77071
Resíduo	24	1,66	0,06		

CV=2,528%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 47 - Análise Estatística para a pectina total de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	408,50	136,16	10,85	0,00023*
Tratamento	2	30,32	15,16	1,20	0,31642
Interação	6	31,65	5,27	0,42	0,85831
Resíduo	24	301,10	12,54		

CV=0,616%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 48 - Análise Estatística para a pectina solúvel de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	340,67	113,55	22,73	0,00001*
Tratamento	2	385,60	192,80	38,59	0,00001*
Interação	6	135,22	22,53	4,51	0,00367*
Resíduo	24	119,87	4,99		

CV=0,854%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 49 - Análise Estatística para a textura de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	23,56	7,85	5,56	0,005*
Tratamento	2	6,29	6,29	4,45	0,022*
Interação	6	1,14	1,14	0,80	0,573
Resíduo	24	1,41	1,41		

CV=11,763%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 50 - Análise Estatística para o sabor de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	40,01	13,33	7,01	0,00034*
Tratamento	2	1,23	0,61	0,32	0,72875
Interação	6	1,69	0,28	0,14	0,98768
Resíduo	204	388,05	1,9		

CV=23,005%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 51 - Análise Estatística para a textura de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	134,07	44,69	26,38	0,00001*
Tratamento	2	25,11	12,55	7,41	0,00112*
Interação	6	11,51	1,91	1,13	0,3429
Resíduo	204	345,55	1,69		

CV=20,026%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 52 - Análise Estatística para a aparência de mamões em três tipos de acondicionamento, armazenados a 6°C por 9 dias

Causa de variação	GL	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Período	3	166,56	55,52	29,94	0,00001*
Tratamento	2	83,59	41,79	22,54	0,00001*
Interação	6	51,14	8,52	4,59	0,00039*
Resíduo	204	378,22	1,85		

CV=22,717%

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.



Figura34 - Fatiamento



Figura 35- Corte em cubos



Figura36 - Sanitização dos cubos



Figura 37 - Drenagem após sanitização

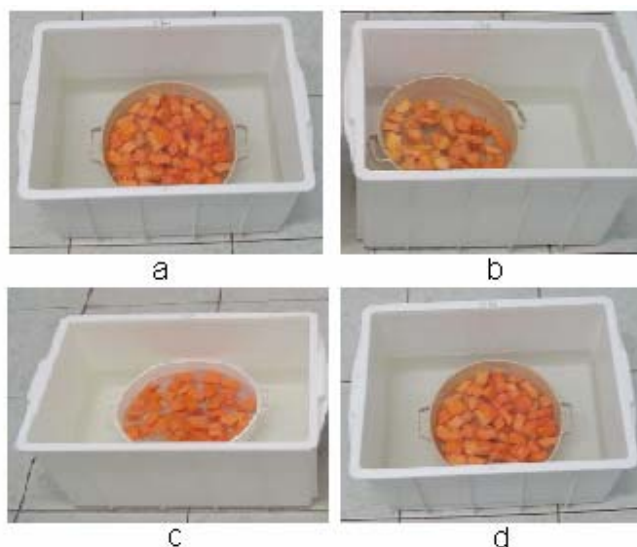


Figura 38 - Imersão nos tratamentos: a) Controle b) Ác. Ascórbico c) CaCl_2 d) Ác. Ascórbico + CaCl_2



Figura 39 - Drenagem após imersão nos tratamentos



Figura 40 - Pesagem em bandeja de isopor



Figura 41 - Selagem das bandejas com filme PP com e sem injeção de gás



Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)