

MARIA DO SOCORRO ROCHA BASTOS

**PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO *CANTALOUPE* ‘Hy-Mark’:
QUALIDADE E SEGURANÇA**

Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

B327p
2004

Bastos, Maria do Socorro Rocha, 1964-
Processamento mínimo de melão *Cantaloupe* 'Hy-Mark'
: qualidade e segurança / Maria do Socorro Rocha Bastos.
– Viçosa : UFV, 2004.
xx, 155f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: Nilda de Fátima Ferreira Soares.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Melão - Processamento mínimo. 2. Melão - Qualida-
de. 3. Melão - Microbiologia. 4. Melão - Embalagens.
5. Melão - Vida de prateleira. 6. Alimentos - Adulteração
e inspeção. 7. Consumidores - Preferência. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

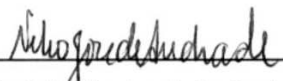
CDD 20.ed. 664.807

MARIA DO SOCORRO ROCHA BASTOS


**PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO CANTALOUPE 'Hy-Mark' :
QUALIDADE E SEGURANÇA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 01 de Dezembro de 2004



Prof. Nelio José de Andrade
(Conselheiro)




Prof. Rolf Puschmann
(Conselheiro)



Prof^a. Valéria de Paula Rodrigues Minim



Dr. Ricardo Elesbão Alves



Prof^a. Nilda de Fátima Ferreira Soares
(Orientadora)

SONHE...

Sonhe com aquilo que você quiser...

Seja o que você quer ser, porque você possui apenas uma vida e nela só se tem uma chance de fazer aquilo que se quer...

**Tenha felicidade bastante para fazê-la doce.
Dificuldades para fazê-la forte. Tristeza para fazê-la humana. E, Esperança suficiente para fazê-la feliz...**

As pessoas mais felizes não têm as melhores coisas. Elas sabem fazer o melhor das oportunidades que aparecem em seus caminhos...

CLARISSE LISPECTOR

Aos meus pais, Francisco Ferreira Bastos (*in memorium*) e Cosma Rocha Bastos, pelos ensinamentos de vida...

Aos meus irmãos Paulo Roberto e Pedro Henrique pela amizade e carinho...

Aos meus sobrinhos João Pedro, Samuel, Addison e Gabriel pela alegria e esperança que sempre me transmitiram...

A Lígia e Conceição pela amizade ...

DEDICO

A Deus

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre conduz minha vida.

A Embrapa Agroindústria Tropical pela oportunidade e apoio constante que me tem concedido, principalmente durante a realização do meu curso de doutorado.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade e apoio logístico e financeiro na elaboração deste trabalho.

À professora Nilda pela orientação, pelo exemplo de profissionalismo e competência que sempre demonstrou em todos momentos. Pela amizade, convivência e atenção dispensada mesmo nos dias em que tudo parecia difícil, enfim pelo apoio constante e incondicional.

Ao professor Nélio pelas sugestões indispensáveis na melhoria deste trabalho. Pelas horas de bom convívio e pela sua amizade.

Ao Ricardo Elesbão, grande incentivador e facilitador deste meu sonho, pelas constantes palavras de motivação e encorajamento e pela inestimável amizade.

Aos professores Rolf Puschmann e Valéria Minim pela disponibilidade constante, ensinamentos e sugestões oportunas.

Ao professor Benício que sempre fez parte da minha torcida organizada, sempre com palavras de motivação e ainda pela sua amizade.

Aos meus amigos do laboratório de embalagens: Nathália, Míriam, Alba, Nédio, Renatinho e Robson, pela compreensão concedida em todas às vezes que interditava o laboratório para meus experimentos. Pela presteza total e bom convívio que facilitaram a concretização deste trabalho.

Às minhas amigas em especial à Joesse, Nathália e Aline Arruda que sempre estiveram comigo durante este trabalho, mesmo que fosse às 5 horas da manhã.

Aos estagiários do laboratório de embalagens: Rodrigo, Diego, Michele e Priscila pela ajuda preciosa do dia a dia.

A Selene e Paulinho pela vida compartilhada e amizade em todos os momentos que precisei.

A Angélica, Fernando e Ana Mourão que sempre se fizeram presente tornando os dias mais alegres.

Ao Nédio que sempre disponibilizou de sua amizade e atenção e ainda por sugestões durante a execução deste trabalho.

A Elilse que sempre me concedeu um carinho familiar.

Aos funcionários do DTA: Geralda, Vânia, Sueli, Dona Lígia, Valério Polleto, Maria Rita, Adão, Sr. Luis, Juarez, Divino, Tomás (Perereca) e Bilico, que sempre me ajudaram, facilitando assim a elaboração deste trabalho.

Às minhas amigas Leninha e Cristina Roque que mesmo de longe se fizeram sempre presentes com palavras positivas e de motivação.

Aos meus amigos da Embrapa principalmente, Ricardo, Bené, Heloísa, Adriano e Farley que gentilmente me ajudaram durante minha ausência no Centro, especialmente na colheita e envio de matéria-prima para execução deste trabalho.

A Edmar e Alcinéia pelas sugestões valiosas, principalmente nas análises estatísticas.

Aos meus amigos do laboratório de fisiologia pós - colheita e da Unidade de Processamento Mínimo do Departamento de Biologia Vegetal da UFV, especialmente Cássia, Daniele e Rogério pela contribuição constante.

Àqueles que por ventura não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE GERAL

	Página
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xix
INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO DE LITERATURA	4
1. CENÁRIO MUNDIAL E BRASILEIRO DA PRODUÇÃO DE FRUTAS	4
2. ASPECTOS GERAIS DO MELÃO <i>CANTALOUPE</i>	5
3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS	7
3.1 Recepção/lavagem das frutas	8
3.2. Sanitização da superfície	9
3.3. Descascamento e corte	14
3.4. Enxágüe e drenagem	15
3.5. Embalagem	15
3.6. Armazenamento e comercialização	16
4. ASPECTOS DA QUALIDADE E SEGURANÇA DE FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS.	17
4.1. Qualidade de frutas minimamente processadas	17
4.2. Segurança Microbiológica de Frutas Minimamente Processadas	20
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO I. MICROBIOTA DO MELÃO <i>CANTALOUPE</i> 'Hy-Mark' SUBMETIDO A SANITIZANTES ASSOCIADOS OU NÃO A SURFACTANTE	30
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1. Matéria-prima	32

2.2. Suspensão de <i>Salmonella enteritidis</i>	33
2.3. Tratamentos sanitizantes	33
2.4. Análises microbiológicas	34
2.4.1. Mesófilos aeróbios e coliformes	34
2.4.2. Contagem de <i>Salmonella enteritidis</i>	34
2.5. Delineamento experimental	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.1. Efeito das soluções sanitizantes na remoção de mesófilos aeróbios e coliformes a 35 e 45°C	35
3.2. Efeito das soluções sanitizantes de 1000 mg L ⁻¹ de cloramina orgânica com e sem surfactante na remoção da <i>Salmonella enteritidis</i> (ATCC 13076)	40
4. CONCLUSÕES	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO II. QUALIDADE E SEGURANÇA DE MELÃO CANTALOUPE 'Hy-Mark' MINIMAMENTE PROCESSADO E ARMAZENADO EM DIFERENTES EMBALAGENS.	50
1. INTRODUÇÃO	50
2. MATERIAL E MÉTODOS	52
2.1. Matéria-prima	52
2.2. Processamento mínimo do melão <i>Cantaloupe</i>	53
2.3. Acondicionamento do melão minimamente processado (MMP) nas embalagens.	53
2.4. Determinação da permeabilidade a O ₂ das embalagens	55
2.5. Determinação de espessura das embalagens	55
2.6. Avaliações	55
Potencial Hidrogeniônico (pH)	55
Sólidos Solúveis Totais (SST)	55

Acidez titulável	56
Cor	56
Firmeza	56
2.7. Análises microbiológicas	56
2.7.1. Contagem de aeróbios mesófilos, Psicrotróficos, Fungos filamentosos e leveduras, <i>Salmonella sp</i> e grupo coliformes.	56
	57
2.8. Delineamento experimental	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
3.1. Permeabilidade a oxigênio (O ₂) e espessura das embalagens	57
3.2. Avaliações	58
3.2.1. Potencial hidrogeniônico (pH)	58
3.2.2. Sólidos Solúveis Totais (° Brix)	60
3.2.3. Acidez titulável	61
3.2.4. Cor : Luminosidade (L*), Valor a*, Croma e Hue	63
3.2.4.1. Luminosidade (L*)	63
3.2.4.2. Valor de a*	63
3.2.4.3. Croma	64
3.2.4.4. Ângulo de tonalidade (Hue)	66
3.2.5. Firmeza	67
3.3. Avaliações Microbiológicas	69
3.3.1. Contagem de mesófilos aeróbios	69
3.3.2. Contagem de psicrotróficos aeróbios	70
3.3.3. Contagem de fungos filamentosos e leveduras	72
3.3.4. Análise de <i>Salmonella sp</i> e Coliformes	74
4. CONCLUSÕES	76
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

CAPÍTULO III. QUALIDADE E SEGURANÇA DO MELÃO CANTALOUPE 'Hy- Mark' MINIMAMENTE PROCESSADO SUBMETIDO A TRATAMENTO COM 1- METILCICLOPROPENO	80
1. INTRODUÇÃO	80
2. MATERIAL E MÉTODOS	82
2.1. Matéria-prima	82
2.2. Preparo dos sachês	82
2.3. Processamento mínimo do melão <i>Cantaloupe</i>	83
2.4. Tratamento das embalagens e sachês	83
2.5. Tratamentos com 1- Metilciclopropeno (1-MCP)	84
2.5.1. Aplicação do 1-MCP (Smartfresh) nos frutos inteiros e melões minimamente processados (MMP)	84
2.5.2. Incorporação do 1-MCP ao sachê	84
2.5.3. Descrição dos tratamentos aplicados em melão <i>Cantaloupe</i> inteiro e minimamente processado	84
2.6. Avaliações	85
Potencial Hidrogeniônico (pH)	85
Sólidos Solúveis Totais (SST)	85
Acidez titulável	85
Cor	86
Firmeza	86
Teor de oxigênio (%)	86
Quantificação do etileno	86
2.7. Análises microbiológicas	87
2.7.1. Contagem de aeróbios mesófilos, psicrotróficos, fungos filamentosos e leveduras, <i>Salmonella</i> sp.	87
2.8. Delineamento experimental	88

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
3.1. Avaliações	88
3.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)	88
3.1.2. Acidez titulável	90
3.1.3. Sólidos Solúveis Totais (⁰ Brix)	91
3.1.4. Cor : Luminosidade (L*), Valor a*, Cromo e Hue	93
3.1.4.1. Luminosidade (L*)	93
3.1.4.2. Valor de a*	94
3.1.4.3. Cromo	95
3.1.4.4. Ângulo de tonalidade (Hue)	96
3.1.5. Firmeza	98
3.1.6. Teor de oxigênio (%)	101
3.1.7. Quantificação de etileno	103
3.2. Análises microbiológicas	106
3.2.1. Contagem de mesófilos aeróbios	106
3.2.2. Contagem de psicrotróficos aeróbios	108
3.2.3. Contagem de fungos filamentosos e leveduras	109
3.2.4. Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.	111
4. CONCLUSÕES	112
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
CAPÍTULO IV. ACEITABILIDADE SENSORIAL DE MELÃO CANTALOUPE 'Hy-Mark' MINIMAMENTE PROCESSADO	118
1. INTRODUÇÃO	118
2. MATERIAL E MÉTODOS	120
2.1. Matéria-prima	120
2.2. Preparo das amostras	121

2.2.1. Tratamento dos melões com 1-metilciclopropeno	121
2.3. Processamento mínimo do melão <i>Cantaloupe</i>	121
2.4. Análise Sensorial do melão minimamente processado - Teste de aceitação	122
2.5. Avaliação microbiológica das amostras de melões minimamente processados (MMP)	124
2.6. Delineamento experimental	124
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	125
3.1. Aparência	125
3.2. Sabor	129
3.3. Avaliação microbiológica das amostras MMP	130
4. CONCLUSÕES	132
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
CAPÍTULO V. FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO <i>CANTALOUPE</i>	135
1. INTRODUÇÃO	135
2. RECOMENDAÇÃO DO FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO <i>CANTALOUPE</i>	136
2.1. Recepção e lavagem das frutas	137
2.2. Sanitização	137
2.3. Descascamento e corte	138
2.4. Enxágue e drenagem	139
2.5. Embalagem	140
2.6. Armazenamento	140
CONCLUSÃO GERAL	141
ANEXOS	142

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Página
CAPÍTULO I		
1	Análise de variância de contrastes entre os efeitos dos diversos tratamentos sanitizantes.	36
2	Redução do número de mesófilos aeróbios na superfícies de melão <i>Cantaloupe</i> pela ação das soluções sanitizantes.	37
CAPÍTULO II		
1	Valores de permeabilidade e espessura para os materiais de embalagens (Filme de PVC e PET).	57
CAPÍTULO IV		
1	Comparação das médias de aparência dos tratamentos de melões <i>Cantaloupe</i> minimamente processados obtidas no teste de aceitação	125
2	Contagem de bactérias lácticas, fungos filamentosos e leveduras e psicrotróficos aeróbios (log UFC/g).	131

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
CAPÍTULO I		
1	Ação de soluções de 1000 mg.L ⁻¹ de cloro residual livre, pH de 6,5, temperatura de 15°C, preparadas a partir de cloramina orgânica sobre <i>Salmonella enteritidis</i> aderida à superfície de melão <i>Cantaloupe</i> .	42
CAPÍTULO II		
1	Bandeja de poliestireno expandido e filme de Poli(cloreto) de vinila perfurado.	54
2	Bandeja de Poliestireno expandido e filme de Poli(cloreto) de vinila.	54
3	Caixa de Polietileno tereftalato e filme de Poli(cloreto) de vinila	54
4	Potencial hidrogeniônico (pH) do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	59
5	Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST/ ° Brix) do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	60
6	Acidez titulável do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	62
7	Valor do a* do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	64
8	Croma do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	65

9	Ângulo de tonalidade (Hue) do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	66
10	Firmeza do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	67
11	Logaritmo do número de sobreviventes de psicotróficos do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.	71
12	Logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras do melão minimamente processado acondicionados em embalagens de Poliestireno expandido e filme Poli(cloreto) de Vinila (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5 ^o C durante 12 dias.	73
CAPÍTULO III		
1	Sachê absorvedor de umidade adicionado na embalagem PET, após a incorporação de 600 ng.mL ⁻¹ de 1-MCP.	83
2	Potencial hidrogeniônico (pH) do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	89
3	Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST/ ° Brix) do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	91
4	Valor de a* do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	94
5	Croma (C) do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	95
6	Ângulo de tonalidade (Hue) do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	97
7	Firmeza (N) do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng.mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	99
8	Teor de oxigênio (%) do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹	102

	¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	
9	Produção de etileno do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C nas embalagens PET durante 20 dias.	103
10	Logaritmo do número de sobreviventes de mesófilos do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	107
11	Logaritmo do número de sobreviventes de psicotróficos do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	108
12	Logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras do melão minimamente processado submetidos a tratamentos com 600 ng. mL ⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.	110
CAPÍTULO IV		
1	Modelo da ficha do teste de aceitação utilizada na avaliação de melão <i>Cantaloupe</i> minimamente processado.	123
2	Média das notas obtidas no teste de aceitação para aparência nas amostras de melão minimamente processados armazenados por 15 dias à 5°C.	127
CAPÍTULO V		
1	Fluxograma de melão <i>Cantaloupe</i> minimamente processado	136
2	Lavagem dos melões <i>Cantaloupe</i> em água corrente.	137
3	Sanitização de melões <i>Cantaloupe</i> em solução de cloro residual total	138
4	Seqüência do descasque e corte de melões <i>Cantaloupe</i>	139
5	Seqüência do enxágüe e drenagem de melões <i>Cantaloupe</i> minimamente processados.	139
6	Seqüência do acondicionamento dos melões minimamente processados em embalagens de polietileno tereftalato.	140

RESUMO

BASTOS, Maria do Socorro Rocha, D.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2004. **Processamento Mínimo de Melão *Cantaloupe* 'Hy-Mark': Qualidade e Segurança.** Orientadora: Nilda de Fátima Ferreira Soares. Conselheiros: Nélio José de Andrade e Rolf Puschman.

A qualidade e a segurança alimentar são estratégias fundamentais para a comercialização e inserção de novos produtos alimentícios no mercado. O processamento mínimo de frutas vem apresentando uma expansão constante, em mercados nacionais e internacionais, que são exigentes em relação à garantia e segurança destes produtos. Neste contexto, este trabalho estudou procedimentos operacionais na cadeia produtiva do processamento mínimo de melão *Cantaloupe*, no sentido de aumentar a vida útil do produto sob os aspectos de qualidade e segurança. Inicialmente, estudou-se a eficácia de sanitizantes (cloramina orgânica e ácido peracético) combinados ou não com surfactantes na remoção de mesófilos aeróbios totais, coliformes a 35 e 45°C e *Salmonella enteritidis* da superfície do melão *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L.). Para a avaliação da sobrevivência de mesófilos aeróbios e coliformes a 35 e 45°C, os frutos foram submetidos a nove tratamentos: imersão em água corrente (controle) e imersão em 200, 500 e 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica, em pH 6,5, e 60 mg.L⁻¹ ácido peracético (APA), em pH 5,5, adicionados ou não de Tween 80 a 0,1%. A imersão dos frutos nas soluções sanitizantes ocorreu à temperatura de 15°C, sob agitação, durante 10 minutos. E para avaliação da remoção da *Salmonella enteritidis*, inicialmente inoculou-se 10⁷ UFC/ml destes microrganismos e em seguida procedeu-se a sanitização de uma parte dos melões em água corrente (controle) e em 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica, em pH 6,5, adicionados ou não de Tween 80 a 0,1%, enquanto outra parte foi armazenada a 5°C. A sobrevivência dos microrganismos para os tempos 1 e 24 horas foi avaliada. Os tratamentos sanitizantes de cloramina orgânica e ácido peracético adicionados ou não de Tween 80 utilizados neste trabalho mostraram resultados positivos na redução de mesófilos, coliformes a 35 e 45°C e a redução foi maior quando adicionado

o surfactante, principalmente para solução sanitizante a 1000 mg.L^{-1} . Para a *Salmonella enteritidis* o efeito positivo da solução adicionada de surfactante foi confirmado com a redução de 1,35 e 1,37 ciclos log, com 1 e 24 horas de adesão, respectivamente, em relação ao controle. Após a definição do sanitizante, estudou-se o efeito de 3 embalagens na qualidade e segurança do melão minimamente processado (MMP). Nesta etapa foram utilizados três sistemas de embalagens: 1) Bandejas de poliestireno expandido envolvido com Poli (cloreto de vinila) (PVC); 2) Bandejas de poliestireno expandido envolvido com PVC perfurado e 3) Caixas de Polietileno tereftalato (PET) com sachês absorvedor de umidade no fundo da embalagem. Após processamento mínimo do produto, estes foram acondicionados na mesma e armazenados a 5°C durante 12 dias. Realizaram-se, então, análises físico-químicas (pH, brix e acidez), cor (L^* , a^* , Cromo (C), Hue (H)), textura e análises microbiológicas (mesófilos, psicrotróficos, fungos filamentosos e leveduras, coliformes a 35 e 45°C e *Salmonella* sp.) a cada quatro dias. Os produtos acondicionados na embalagem 2, foram descartados no 4º dia, devido a deterioração. Os parâmetros: pH, brix e acidez, L^* , a^* e H apresentaram pequenas variações, não afetando a qualidade do produto. Os valores de Cromo apresentaram tendência à queda, mas em magnitude que não pronunciada visualmente na cor do produto. O MMP apresentou melhor textura na embalagem 3 (caixa PET). A contagem de mesófilos, psicrotróficos e fungos filamentosos e leveduras foi menor na embalagem 3 (caixa PET) e não foi detectado coliformes e *Salmonella* sp. em nenhum dos tratamentos. Definindo o sanitizante e a embalagem, estudou-se o efeito do 1-metilciclopropeno (1-MCP), inibidor da ação do etileno, na qualidade e segurança do produto. Nesta etapa o MMP foi tratado com 600 ng.mL^{-1} em 3 etapas: 1) Tratamento do fruto inteiro em seguida submetido ao processamento mínimo; 2) Tratamento do MMP; 3) Incorporação de 1-MCP em sachês que foram colocados no fundo da embalagem do MMP e 4) MMP sem tratamento (controle). Após os tratamentos, os produtos foram acondicionados em caixas PET e armazenados a 5°C por 20 dias e amostras foram coletadas a cada quatro dias, para avaliação quanto ao pH, brix, acidez, cor (L^* , a^* , Cromo (C), Hue (H)), textura, concentração de oxigênio e de etileno, e análises microbiológicas (mesófilos, psicrotróficos, fungos filamentosos e leveduras). Os resultados mostraram que o 1-MCP apresentou efeito positivo na qualidade e segurança do MMP. Neste,

o pH, brix e acidez, L*, a*, apresentaram pequenas variações, o croma (C), Hue (H) e o Hue variaram durante o tempo e apresentaram um decréscimo no final do armazenamento para todos os tratamentos, mas esta variação não afetou a cor do produto. A melhor textura e a menor concentração de etileno foi observada nos MMP provenientes do fruto inteiro tratado e dos MMP tratados após processamento mínimo, enquanto ao oxigênio a menor concentração foi no MMP controle. Em relação à microbiologia às contagens para mesófilos e psicrotóxicos não ultrapassaram a 10^6 UFC/g no final do armazenamento, para fungos filamentosos e leveduras esta não ultrapassou 10^5 UFC/g. Nesta etapa o melhor produto foi obtido dos MMP provenientes do fruto inteiro tratado. A partir dos resultados das etapas anteriores, estudou-se a aceitação do MMP por meio de análise sensorial. Nesta fase experimental os melões foram divididos em quatro partidas, sendo duas para frutos tratados (600 ng.mL^{-1} de 1-MCP) e duas para frutos não tratados (controle). Cada parte destes melões (tratados e não tratados) foi retirada para processamento mínimo e as outras duas partes foram armazenadas em câmaras frias a 5°C , para que durante a análise sensorial dos MMP, estes fossem submetidos também ao processamento mínimo e apresentados como amostras controle. Os tratamentos foram: 1(MMP tratado); 2 (MMP não tratado); 3 (MMP tratado (controle) e 4 (MMP não tratado (controle). As amostras foram apresentados a 100 provadores, em dois supermercados, durante 15 dias de armazenamento a 5°C , e avaliados por meio da escala hedônica quanto a aparência e sabor. Os resultados sinalizaram notas referentes a “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, para aparência e sabor das amostras de MMP, durante o tempo de armazenamento.

ABSTRACT

BASTOS, Maria do Socorro Rocha, D.S., Universidade Federal de Viçosa, December, 2004. **Minimum Processing of 'Hy-Mark' *Cantaloupe* Melon: Quality and Safety.** Adviser: Nilda de Fátima Ferreira Soares. Committee Members: Nélio José de Andrade and Rolf Puschman.

Food quality and safety are fundamental strategies for the commercialization and introduction of new food products into the market. The minimally processed fruits have been increasingly expanding in national and international markets, highly demanding of food guarantee and safety. This work studied operational procedures in the productive chain of minimum processing of *Cantaloupe* melon to increase its shelf-life under the aspects of quality and safety. Initially, the efficacy of sanitizing agents (organic chloramine and peracetic acid) combined or not with surfactants were studied in removing mesophilic aerobes total, coliforms at 35 and 45⁰ C and *Salmonella enteritidis* from the surface of *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L.) melon. To evaluate the survival of mesophilic aerobes and coliforms at 35 and 45°C, the fruits were submitted to nine treatments: immersion in running water (control) and immersion in 200, 500 and 1000 mg L⁻¹ de organic chloramine at pH 6.5, and 60 mg.L⁻¹ peracetic acid (APA), at pH 5,5, added or not with Tween 80 at 0.1%. The immersion of the fruits in the sanitizing solutions occurred at temperature of 15°C, stirring during 10 minutes. To evaluate the removal of *Salmonella enteritidis*, 10⁷ UFC.mL⁻¹ of these microorganisms was initially inoculated, followed by sanitizing a part of the melons in running water (control) and in 1000 mg L⁻¹ of organic chloramine, at pH 6,5, added or not with Tween 80 at 0,1,%, while another part was stored at 5⁰C. The survival of the microorganisms for the times 1 and 24 hr was evaluated. The organic chloramine and peracetic acid sanitizing treatments added or not with Tween 80 used in this work showed positive results in reducing of mesophilic and coliforms at 35 and 45°C with the reduction being greater when the surfactant was added, mainly for the sanitizing solution at 1000 mg.L⁻¹. For *Salmonella enteritidis*, the positive effect of the added surfactant solution was confirmed with the reduction of 1.35 and 1.37

cycles log, at 1 and 24 hrs of adesion, respectively, in relation to the control. After defining the sanitizing solution, the effect of three packages on the quality and safety of minimally processed melon (MPM) was studied. At this stage, three packaging systems were utilized: 1) expanded polystyrene trays wrapped in Polyvinyl chloride (PVC); 2) expanded polystyrene wrapped in perforated PVC and 3) Polyethylene terephthalate (PET) boxes containing humidity absorbing sachets on the bottom of the package. After undergoing minimum processing, the products were packed and stored at 5° C during 12 days. Physical chemical analyses (pH, brix and acidity), color (L*, a*, Chrome (C), Hue (H)), texture and microbiological analyses (mesophilic, psychrotrophic bacteria, filamentous fungi and yeasts, coliforms at 35 and 45°C and *Salmonella* sp.) were carried out every four days. The products in package 2 were discarded on the fourth day, due to deterioration. The parameters: pH, brix and acidity, L*, a* and H displayed small variations, without affecting the quality of the product. Chrome values tended to fall, but in magnitude not visually pronounced in the color of the product. MPM showed the best texture in package 3 (PET box). Mesophilic and psychrotrophic aerobes bacteria and filamentous fungi and ash counting was lower in package 3 (PET box) with no coliforms and *Salmonella* sp. Being detected in any of the treatments. Having defined the sanitizing solution and the package, the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP), inhibitor of the ethylene action, was studied on the quality and safety of the product. At this stage, MPM was treated with 600 ng.mL⁻¹ in 3 stages: 1) Treatment of the whole fruit followed by minimum processing; 2) Treatment of MPM; 3) Incorporation of 1-MCP into sachets which were placed on the bottom of the MPM package and 4) MPN treatment (control). After the treatments, the products were packed in PET boxes and stored at 5° C for 20 days and samples were collected every four days to evaluate pH, brix and acidity , color (L*, a*, Chrome (C), Hue (H)), texture, concentration of oxygen and ethylene, as well as microbiological analyses (mesophilic, psychrotrophic bacteria, filamentous fungi and yeasts). The results showed that 1-MCP had a positive effect on the quality and safety of MPM, with pH, brix and acidity , L*, a*, presenting small variations, chrome (C), Hue (H)) and Hue varied along time and showed a decrease at the end of storage in all the treatments, however, this variation did not affect the color of the product. The best texture and best ethylene concentration were observed in treatment of

the whole fruit followed by minimum processing and Treatment of MPM, while the lowest oxygen concentration was found in the MPM control. Regarding microbiology, the mesophyle and psychrotrophic countings did not surpass 10^6 UFC/g at the end of the storage with filamentous fungi and yeasts counting not surpassing 10^5 UFC/g. At this stage, the best product was obtained from treatment 1. Based on the results of the previous stages, MPM acceptance was studied by means of sensorial analysis. In this experimental phase, the melons were divided in 4 parts, with two being for treated fruits (600 ng.mL of 1-MCP) and two for non-treated fruits (control). Each part of the melons (treated and non-treated) was removed for minimum processing and the other two parts were stored in cold chamber at 5°C, so that during sensorial analysis, the MPM could also be submitted to minimum processing and presented as control samples. The treatments were: 1) treated MPM; 2) non-treated MPM; 3) treated MPM (control) and 4 (non-treated MPM (control)). The samples were presented to 100 tasters in two supermarkets during 15 storage days at 5°C, and evaluated by means of hedonic scale regarding appearance and flavor. The results signaled references to liked a little and liked moderately for appearance and flavor of the MPM samples during storage time.

INTRODUÇÃO GERAL

A sociedade de hoje é caracterizada por um aumento da consciência em relação à saúde e no interesse crescente no papel dos alimentos para tornar a vida mais saudável. Assim, o consumo de frutas e hortaliças frescas tem sido crescente em todo o mundo, por uma série de fatores, tais como: maior cuidado com a saúde e aspectos nutritivos dos alimentos, campanhas publicitárias sobre os benefícios de consumo de frutas e hortaliças, procura por alimentos individualizados de fácil preparo, consumidor aberto a novidades e atraído por produtos novos e uma tendência à busca de novos sabores (RODRIGUES, 2004).

Dentro deste cenário pode-se destacar o aumento no consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas, e conseqüentemente uma demanda por variedade destes produtos ao consumidor. Assim, a preocupação com os aspectos de qualidade e segurança deve ser condições imprescindíveis no processamento mínimo destes produtos.

A Associação Internacional dos Produtores de Minimamente Processados (IFPA) (2001) os definem como frutas ou hortaliças que são modificadas fisicamente, mas que mantém o seu estado fresco. Assim, é um produto fresco, tornado conveniente, com qualidade e segurança.

Geralmente, os produtos minimamente processados são mais perecíveis do que os intactos, devido ao severo estresse físico a que são submetidos durante o descascamento e o corte. Estes danos mecânicos levam ao aumento do metabolismo, com conseqüente aumento nas taxas respiratória e de produção de etileno (ROSEN e KADER, 1989) que aceleram o processo de amadurecimento levando em seguida à senescência.

O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microrganismos deterioradores e patogênicos em razão do manuseio e do aumento das injúrias dos tecidos que podem diminuir a qualidade e o tempo de vida útil do produto, por acelerar mudanças degradativas durante a senescência (WILEY, 1994).

O melão é a fruta produzida pelo meloeiro (*Cucumis melo* L.), planta de origem asiática. Seu fruto é muito apreciado no Brasil e no mundo, tendo uma ótima aceitação para o consumo em todo o país. Dentre as diferentes

variedades de melão, o *Cantaloupe* é uma fruta que apresenta grande potencial ao processamento mínimo.

Os melões *Cantaloupe* apresentam características de cor da polpa, aroma e sabor que agradam ao consumidor. Apesar destes atributos que conferem qualidade ao melão *Cantaloupe*, ele está inserido na classe dos alimentos de baixa acidez (pH >4,5), com atividade de água > 0,90. Estas características são importantes em relação à segurança alimentar destes produtos, pois estas condições favorecem o crescimento de bactérias deterioradoras e patogênicas.

Além dos fatores intrínsecos apresentados pelo melão *Cantaloupe*, este fruto é cultivado em contato direto ao solo e pode carrear os microrganismos presentes no local. A IFPA (2001) relata que os microrganismos patogênicos tais como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum* e *Escherichia coli* são os mais associados com a agricultura.

A aderência destes microrganismos nas superfícies das frutas depende dentre outros de fatores ambientais como a temperatura, umidade e das características da superfície dos frutos. O melão *Cantaloupe* possui uma superfície rendilhada que favorece a formação de biofilmes, conseqüentes da adesão microbiana.

A produção de melão minimamente processado deve, portanto, adotar procedimentos que assegurem a qualidade e segurança microbiológica do produto final. Dentre os procedimentos devem-se destacar os processos de sanitização dos frutos e ainda, o acondicionamento dos mesmos às baixas temperaturas (4 a 8°C). Este último procedimento minimiza os processos fisiológicos naturais dos frutos, tais como, a respiração e a produção de etileno, que quando acelerados otimizam as reações metabólicas que podem anteceder o amadurecimento e senescência dos frutos. Além destas medidas, outras têm sido utilizadas no controle da respiração e produção de etileno, dentre estas pode-se destacar a aplicação de compostos inibidores da ação do etileno como o 1-Metilciclopropeno.

Os processos de sanitização são fundamentais na remoção da microbiota endógena dos frutos, pois os microrganismos provenientes do campo são fontes potenciais de contaminação na unidade de processamento. De acordo com Alzamora (2000) muitos sanitizantes têm sido testados no sentido de reduzir a carga microbiana da parte externa das frutas, dentre eles,

pode-se citar os derivados do cloro (cloro líquido, hipocloritos, cloraminas inorgânicas e cloraminas orgânicas) , dióxido de cloro, fosfato trissódio, ácidos orgânicos, peróxidos (peróxido de hidrogênio e ácido peracético). Um dos mais utilizados são os compostos clorados.

Além dos fatores associados à colheita e pós-colheita, o controle em cada etapa do processamento é uma condição fundamental da garantia da qualidade e segurança de melões minimamente processados.

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivo, adotar procedimentos operacionais nas etapas do processamento mínimo de melão *Cantaloupe* visando à qualidade e segurança dos produtos.

REVISÃO DE LITERATURA

1. CENÁRIO MUNDIAL E BRASILEIRO DA PRODUÇÃO DE FRUTAS

A fruticultura mundial foi responsável pela produção de 580 milhões de toneladas em 2003 (FAO, 2004), ano em que a fruticultura brasileira experimenta um momento de franco desenvolvimento.

Segundo estimativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil registrou produção de 38 milhões de toneladas em 2003, ficando atrás somente da China e Índia (ANUÁRIO, 2004).

Em relação ao melão, a produção mundial, foi de 27,7 milhões de toneladas em 2002, sendo que a China, a Turquia, os Estados Unidos, o Irã e a Espanha responderam por mais de 60% da produção mundial. O melão é a oitava fruta mais produzida e está entre as dez principais frutas frescas mais exportadas, com mercado internacional estimado em mais de 1,6 milhões de toneladas por ano (FAO, 2003).

Em termos de exportação de frutas o Brasil foi responsável em 2003 por um volume de 809.468 Ton para frutas *in natura*. Inserido neste cenário de exportação o melão representou um volume de 149,8 (mil Ton) (IBRAF, 2004).

Os principais países exportadores de melão são a Espanha, México, Estados Unidos, Costa Rica e França respondendo por 64% das exportações mundiais em 2002. O Brasil ocupa o 6º lugar respondendo por cerca de 7%. Enquanto que os principais países importadores são os Estados Unidos, Reino Unido, França, Canadá e Alemanha que acumularam 68,3% das importações mundiais em 2002. Enquanto na produção nacional os principais produtores desta fruta são os estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, que responderam por 93,7% da produção nacional e 77,3% da área cultivada em 2002 (FRUTISÉRIES, 2003).

Dentre os melões, o amarelo tem sido o mais cultivado por ser mais resistente entretanto, existe uma tendência de crescimento para cultivo de melões mais nobres como o Cantaloupe, Gália, Orange e Charentais.

2. ASPECTOS GERAIS DO MELÃO CANTALOUPE

O melão é a fruta produzida pelo meloeiro (*Cucumis melo L.*), planta de origem asiática. Entretanto, segundo Shellie e Lester (2002), o verdadeiro melão *Cantaloupe*, está inserido no grupo *Cantaloupensis* sendo comumente encontrado em Cantaluppi, Itália. Seu fruto é muito apreciado no Brasil e no mundo, tendo uma ótima aceitação para o consumo em todo o país. Parte da produção brasileira é destinada à exportação, principalmente para Europa, durante a época do ano em que o clima frio do inverno não permite o cultivo do melão (RURAL NEWS, 2002).

Os principais melões produzidos comercialmente pertencem hoje a dois grupos: *Cucumis melo inodorus* Naud e *Cucumis melo cantaloupensis* Naud., que correspondem, respectivamente, aos melões inodoros e aos melões aromáticos. Os melões do segundo grupo, são mais doce que os inodoros, porém de baixa conservação pós - colheita. Os frutos são de tamanho médio, com superfície reticulada, verrugosa ou escamosa, podendo apresentar gomos e têm polpa de coloração alaranjada ou salmão ou, às vezes, verde (MENEZES et al., 2000).

Os critérios de qualidade para o melão *Cantaloupe* de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) incluem: maturidade apropriada na colheita; firmeza adequada (nem muito firme e nem muito macio); forma e rendilhamento característicos; camada de abscisão do pedúnculo livre de umidade; ausência de danos solares, polpa e casca livres de ataques microbianos e ausência de danos (USDA, 1981), incluindo presença de líquido na cavidade interna do fruto, presença de mofo, cicatrizes e ou rachadura, na casca bem como quaisquer tipo de dano mecânico.

A produção de melão requer um investimento elevado e é caracterizada por gerar uma ampla faixa de lucro proveniente da alta produtividade, quando a cultura é conduzida com elevado nível tecnológico (FERNANDES, 1996). O uso de tecnologias de refrigeração e atmosfera modificada, é uma das formas que os produtores de melão do Agropolo Mossoró – Açu, RN (principal pólo produtor e exportador de melão do Brasil) têm desenvolvido para alcançar mercados mais distantes e obter melhores preços para competir no mercado externo.

Durante muitos anos estudou-se a cultura do melão com ênfase para os aspectos produtivos. Com o aumento da oferta deste fruto no mercado

internacional tornou obrigatória a diferenciação do produto, induzindo o produtor se adequar aos requerimentos exigidos pelos mercados.

Nos últimos anos têm-se introduzido no Rio Grande do Norte, diversas cultivares de melão nobre, com destaque especial para os tipos *Cantaloupe*, *Galia* e *Orange Flesh*. Dentre as variedades introduzidas o *Cantaloupe* tem obtido a atenção especial dos produtores da região, em virtude de seu excelente sabor e aceitação (SOUZA, MENEZES e ALVES, 1994). Contudo, a sua conservação relativamente curta ainda é um problema, dificultando o manuseio, armazenamento e comercialização dos frutos nos mercados mais distantes.

O processo de maturação do melão *Cantaloupe* é caracterizado por uma camada de separação desenvolvida no ponto em que o fruto é preso ao pedúnculo conhecida como camada de abscisão. A maioria dos melões rendilhados são colhidos para comercialização quando a metade do pedúnculo tem separado do fruto, referido com *1/2 slip*, estágio correspondente a mudanças na coloração da casca do fruto de verde para amarelo (KASMIRE, RAPPAPORT e MAY, 1970). Melões *Cantaloupe* amadurecem após a colheita, mas não aumenta o conteúdo de açúcar (SUSLOW, CANTWELL e MITCHELL, 2002).

Os melões *Cantaloupe* têm forte aroma, sendo os mais plantados no mundo. Apresentam casca com reticulado intenso de formato esférico e polpa de coloração salmão. O peso médio dos frutos varia de 1 a 1,5 kg. Exigem um manuseio mais cuidadoso e utilização da cadeia de frio durante a pós - colheita. Em geral esses frutos conservam-se por uma ou duas semanas, em condições ambiente ou sob refrigeração, respectivamente (ALMEIDA et al., 2001), ao passo que os melões *Honeydew* podem ser armazenados por 3 - 4 semanas.

O melão *Cantaloupe* tem sido muito apreciado, principalmente no mercado externo, devido às suas características sensoriais, podendo ser um produto em potencial para minimamente processado, entretanto, atenção deve ser dada às condições de segurança e qualidade do produto.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS

O conceito de produto minimamente processado vem se modificando à medida que novas pesquisas que avançam na elucidação da fisiologia são desenvolvidas. Os termos *fresh-cut* ou minimamente processados têm ganho consenso para definir frutos e hortaliças frescas, comercializadas limpas e pré-preparadas, processado fresco e parcialmente processado (CANTWELL, 1995).

Alzamora, Tapia e Lopez-Malo, (2000), definem Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas, como aquelas que mantêm seus atributos e qualidade similar aos produtos fresco. O minimamente processado é um alimento fresco e os tecidos das células ainda são vivos, sendo características necessárias para requerer o frescor dos alimentos.

Os produtos minimamente processados têm sido desenvolvidos, principalmente, com finalidades industriais para saladas, sopas e pizzas, também para vendas a varejo, principalmente em supermercados. Nos países desenvolvidos, cerca de 70% desses são utilizados em cozinhas industriais, *fast-foods* e restaurantes, por serem práticos e apresentarem qualidade nutricional e sensorial elevada (GUTIERREZ e OLIVEIRA, 2000), entretanto o maior mercado tem sido para hortaliças minimamente processadas. As frutas minimamente processadas têm sido demandadas principalmente por consumidores individuais devido a mudança de estilo de vida e as tendências associadas à saúde (ARTHEY e ASHURST, 2001).

Pode-se citar a potencialidade de algumas frutas prontas para o consumo, como mamão cortado em cubos, a manga em fatias, o morango limpo e sem pedúnculo, a melancia em pedaços, o melão em cubos ou cilindros, os citros descascados ou em gomos.

As frutas quando cortadas apresentam mudanças fisiológicas associadas a danos mecânicos, reduzindo sua vida útil. Elas geralmente são muito mais perecíveis do que quando intactas, sendo sua conservação bastante crítica porque são submetidas a severos estresses físicos advindo principalmente do descascamento e corte (LIMA, 2000). Em função do estresse sofrido pelo tecido e conseqüentemente pelas reações bioquímicas e alterações de origem microbiológica, as frutas minimamente processadas

requerem procedimentos que garantam qualidade e segurança em todo seu processamento.

De acordo com Bastos et al. (2000), o processamento mínimo de frutas tem como base as fases de seleção e classificação da matéria-prima, seguida de pré-lavagem, sanitização, descascamento, corte em cubos / fatias, imersão em água clorada, drenagem, embalagem, armazenamento e comercialização. Todas as operações deste processamento devem ser realizadas sob condições higiênicas rigorosas e em ambiente climatizado de preferência entre 10 a 15°C. Entretanto cada fruta a ser trabalhada tem suas peculiaridades, sendo necessário adequar o fluxograma para as características de cada uma.

As etapas básicas no processamento mínimo de fruta e seus objetivos estão descritas abaixo:

3.1 Recepção/ lavagem das frutas

Esta etapa têm por objetivo retirar as sujidades da superfície e reduzir a carga microbiana inicial. A lavagem com água corrente não é suficiente para remoção dos microrganismos presentes. O que se tem observado é a redução de pelo menos 1 ciclo log, mas esta redução depende de fatores como carga microbiana inicial, tipo de microrganismo e o método de lavagem (LAMIKANRA, 2002).

Sapers, et al.(2001) em seu trabalho com tratamentos microbianos para melões minimamente processados, verificaram que lavagem da superfície da fruta, com água à temperatura de 20 e a 50°C, resultou na redução menor que um ciclo log da população de microrganismos endógenos.

A redução da carga microbiana das superfícies de frutos com água corrente, geralmente melhora a qualidade do produto, entretanto a água utilizada também pode ser uma fonte de contaminação para os mesmos. Se os microrganismos patogênicos da água não forem removidos ou controlados, eles podem contaminar de forma direta a superfície da fruta. A IFPA (2001) sugere padrões microbiológicos de contagem global de bactéria < 1000 UFC/ml, coliformes < 1 UFC/ml e psicrotróficos < 10 UFC/ml, para água utilizada em processamento mínimo de frutas e hortaliças.

3.2. Sanitização da superfície

Nesta etapa faz-se uso de sanitizantes para auxiliar na remoção de microrganismos aderidos. A característica superficial das frutas pode sinalizar o nível de adesão de microrganismos, e ainda auxilia no planejamento de tratamentos mais efetivos na lavagem e sanitização destas superfícies, promovendo assim uma melhor segurança de frutas frescas e minimamente processadas. A adesão de bactérias na superfície é influenciada não somente pela carga superficial da célula e hidrofobicidade, mas também pela presença de flagelos na superfície, como também polissacarídeos extracelulares (FRANK, 2000) . A superfície do melão *Cantaloupe* é rugosa com aspecto de presença de ceras. Esta condição pode favorecer a adesão microbiana dificultando a remoção da mesma.

Frutas que apresentam estas características na superfície necessitam de processos de sanitização mais eficientes que possam aumentar o poder de penetração nestas camadas hidrofóbicas. Neste caso, Alzamora, Tapia e Lopez-Malo (2000) têm sugerido a utilização de surfactantes.

Para cada fruta deve-se adotar a concentração ideal da solução sanitizante para que se alcance uma redução da microbiota da superfície, que promova uma garantia na qualidade e segurança dos produtos minimamente processados.

A segurança e qualidade de frutas minimamente processadas está muito associada a eficácia de uso dos sanitizantes na remoção de microrganismos. As frutas para processamento mínimo devem ser submetidas a processos de sanitização que, aliado a fatores extrínsecos e intrínsecos do processo, promoverão a garantia de qualidade dos mesmos.

A superfícies das frutas constitui uma fonte em potencial de contaminação microbiológica na unidade processadora, caso não sejam adotadas medidas de segurança durante a pós - colheita e transporte. Muitos sanitizantes têm sido testados no sentido de reduzir a carga microbiana da parte externa das frutas mas só alguns são aprovados pela Food Drug Administration (FDA,2002). Dentre eles estão: o hipoclorito de sódio; dióxido de cloro; peróxido de hidrogênio; ácido peracético e ozônio. O cloro é um dos sanitizantes mais utilizados no processamento mínimo de frutas e hortaliças.

A concentração e o tempo de permanência dos compostos clorados dependem das características das frutas e da microbiota dos produtos.

Entretanto a IFPA (2001), sugere a concentração de 200 mg.L⁻¹ em tempo estabelecido pelo processador.

A atividade microbiana do cloro depende da quantidade de cloro livre (ácido hipocloroso - HOCl) presente na água e que está em contato com as células microbianas, pH, quantidade de matéria orgânica e temperatura da água. A melhor atividade do cloro está na faixa de pH entre 6,0 e 7,5. Acima deste, a forma ativa (HOCl) é reduzida (IFPA, 2001). Em pH 5,0 quase 100% do HOCl está na solução e em pH 7,0, aproximadamente 75 % está na forma de HOCl (ANDRADE e PINTO, 1999). A um pH abaixo de 6,0 pode se formar o cloro gás, o qual é perigoso para saúde dos funcionários (IFPA, 2001).

A solubilidade do cloro aumenta com a redução da temperatura, portanto a sanitização de frutas inteiras ou de minimamente processadas deve ser realizada em água resfriada. À temperatura de 20°C na faixa ótima de pH a forma ativa destes compostos fica em torno de 70 a 90% (ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ - MALO, 2000).

Algumas teorias são relatadas quanto ao modo de ação do HOCl na letalidade de microrganismos, na qual tem sido atribuída na combinação do cloro com proteínas da membrana celular. Estes compostos inibem enzimas celulares envolvidas no metabolismo da glicose, tem um efeito letal no DNA e oxidam proteínas celulares (ANDRADE e PINTO, 1999; IFPA, 2001).

A preocupação no uso do cloro em água para consumo humano e como agente antimicrobiano de alimentos, tem sido motivo de preocupação nos últimos anos. Essa está baseada na capacidade do cloro em formar trialometanos potencialmente carcinogênicos (THMs), originários da reação do cloro com ácidos fúlvicos e húmicos (material vegetal em fase de decomposição) , eventualmente presentes na água a ser clorada (ANDRADE e PINTO, 1999).

Apesar das desvantagens, o cloro tem se apresentado com um grande potencial para garantir a segurança de frutas minimamente processadas, sua aquisição no mercado é fácil e tem um preço acessível.

Vários trabalhos de sanitização de superfícies de frutas frescas e das frutas destinadas ao processamento mínimo têm sido realizados com compostos clorados para melhoria da qualidade e segurança. Liao e Sapers (2000), avaliaram a eficácia do hipoclorito de sódio (1,76%) e hipoclorito de cálcio (0,36%), ambos com pH 6,8, na remoção de *Salmonella chester* na

superfície de maçãs. O tempo utilizado na imersão foi de 5 min à temperatura ambiente. A redução para a população do patógeno foi de 0,95 e 1,10 ciclos log para hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio respectivamente em relação ao controle. Sapers et al.(2001), avaliaram o efeito da sanitização do melão *Cantaloupe* na qualidade do produto minimamente processado, utilizando 1000 mg.L⁻¹ com escovação constante durante 1 minuto. Após a sanitização procedeu-se o processamento e os cubos estocados a 4°C, foram avaliados em relação à contagem total nos tempos zero, 7, 15 e 18 dias. O resultado mostrou que nos tempos zero e 7 dias a contagem foi menor e nos dias 15 e 18 o produto apresentava-se deteriorado.

Na sanitização de frutas tem sido discutido a ineficácia da ação do cloro em células microbianas que estão localizadas nas injúrias, ranhuras e outras formas de entrada da área superficial para o tecido interno. Outro fator que pode influenciar na eficiência dos compostos clorados é a natureza hidrofóbica de algumas frutas, pois várias delas são protegidas por ceras ou naturalmente possuem uma casca ou superfície rugosa, que é o caso do melão *Cantaloupe*, que impede a total penetração dos sanitizantes, neste caso tem-se sugerido a utilização de surfactantes para reduzir a tensão superficial entre o sanitizante e a casca (ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ - MALO., 2000).

Estes compostos também chamados de agentes tensoativos tem como característica principal diminuir a tensão superficial em interfaces líquido-líquido, líquido-gás e sólido-líquido. Estes surfactantes apresentam uma parte hidrofílica (afinidade pela água) e outra parte hidrofóbica (insolúvel em água). Estes são solúveis em água fria, são ativos em concentrações muito baixas, e indiferentes ao pH. Entretanto deve-se cautela em relação ao uso, pois os mesmos podem conferir sabor indesejável no produto final. Recomenda-se que ele seja utilizado como coadjuvante das soluções sanitizantes.

O dióxido de cloro (ClO₂) tem recebido recente atenção como sanitizante para processamento de alimentos, devido a sua eficácia e por ser menos afetado pelo pH e matéria orgânica. Compostos como trihalometanos não são formados como produtos de reações do ClO₂, mas sua reação com íon bromo pode formar bromato que pode ser cancerígeno (ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ - MALO, 2000).

O poder oxidante do ClO₂ é 2,5 superior em relação ao HClO, portanto menos produto é requerido. As aplicações do ClO₂ incluem lavagem de frutas e

vegetais e tratamentos de aves resfriadas cloradas (ANDRADE e PINTO, 1999). A IFPA (2001) recomenda 3 mg.L⁻¹, entretanto não é permitido o uso do sanitizante para frutas pré - cortadas.

Poucos trabalhos têm sido relatados com este sanitizante para superfícies de frutas. Wisniewsky et al. (2000), avaliaram o efeito do ClO₂ na redução de *E. coli* O157:H7 em superfícies de maçãs. Neste experimento as frutas foram inoculadas com 1,4 X 10⁸ UFC / maçã. Com 5 minutos de sanitização a 40 mg.L⁻¹, a redução da população inicial foi menor que 3 ciclos log enquanto para 80 mg.L⁻¹, a redução foi menor que 4 log por maçã. Com 10 minutos de sanitização, o ClO₂ foi menos efetivo em comparação ao 5 minutos para as concentrações usadas.

O peróxido de hidrogênio pode ter um efeito letal ou inibitório, tão efetivo quanto o cloro, e este depende do pH, temperatura e outros fatores ambientais. Este sanitizante pode reduzir a população microbiana em torno de 90% da população inicial em superfícies dos produtos (IFPA, 2001). O peróxido de hidrogênio tem sido utilizado na lavagem de frutas e hortaliças, entretanto uma grande quantidade de espuma pode ser formada e todo resíduo da superfície deve ser retirado com um enxágue (ANDRADE e PINTO, 1999; IFPA, 2001).

O mecanismo de ação está relacionado com a geração de superperóxido de hidrogênio (SO), que possui forte atividade contra microrganismos gram – positivos e negativos. Concentrações elevadas de 5% de peróxido de hidrogênio podem ser irritantes para os olhos, portanto altas concentrações devem ser manipuladas com muito cuidado (ANDRADE e PINTO, 1999).

Ukuku e Fett (2002), avaliaram o efeito do peróxido de hidrogênio (H₂O₂ 5%) no tempo de 2 min., na descontaminação da superfície de melões *Cantaloupe* inoculados com *Listeria monocytogenes* nos tempos zero, 1, 3, 6, 9 ou 15 dias após a inoculação, armazenados a 4°C. Os melões foram tratados previamente com 70% de etanol. Os resultados mostraram que com 24 h a 4°C, o H₂O₂ reduziu a flora nativa em 3 ciclos log, fungos filamentosos e leveduras em 1,5 ciclos log, para melões tratados e não tratados com etanol. Enquanto que a redução do patógeno foi de 4 ciclos log. Diferenças foram notadas após 5 e 15 dias. Nestes tempos, o H₂O₂ não eliminou completamente fungos filamentosos e leveduras e *Listeria* foi mais susceptível à remoção em 15 dias.

O ácido peracético (APA) tem sido reconhecido por suas propriedades germicidas por longo tempo. Entretanto, aplicações têm sido encontradas somente nos últimos anos nas indústrias de alimentos e pode ser um potencial substituto para o cloro. Entre outras vantagens o APA não forma espumas é compatível com a dureza da água e tem biodegradabilidade favorável (ANDRADE e PINTO, 1999).

Apesar do seu mecanismo de ação não estar bem esclarecido, existe a teoria de que a reação do APA com os microrganismos é semelhante ao peróxido de hidrogênio. O APA é altamente efetivo na remoção de biofilmes, tem um largo espectro de atividade bacteriana, na redução de coliformes e outros deterioradores, numa faixa de pH acima de 7,5, mas sua efetividade é variável contra bolores e leveduras (IFPA, 2001; ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ-MALO, 2000).

Wisniewsky et al. (2000), avaliaram o efeito do APA na redução de *E. coli* O157:H7 em superfícies de maçãs. Neste experimento as frutas foram inoculadas com $1,4 \times 10^8$ UFC/maçã. Com 5 minutos de sanitização numa concentração de 80 mg.L^{-1} a redução da população do patógeno foi de 3 ciclos log ($1,5 \times 10^5$ UFC/ maçã) e quando utilizou 1280 mg.L^{-1} a redução foi de 5, 5 ciclos log ($7,0 \times 10^2$ UFC/ maçã). Com 10 minutos de sanitização nas mesmas concentrações a população da *E. coli* O157:H7 foi de 4,5 log ($7,3 \times 10^3$ UFC/ maçã) e de 7 log ($< 5, 0 \times 10^1$ UFC/ maçã), respectivamente.

O ozônio tem seu efeito bactericida causado pela combinação de seu alto potencial de oxidação reagindo 3000 vezes mais rápido na matéria orgânica que o cloro e sua habilidade de difusão através das células biológicas (SINGH, et al., 2002).

O ozônio tem largo espectro de atividade anti - microbiana em relação ao cloro apresentando atividade contra microrganismos formadores de esporos. Além disso, é relativamente insípido e inodoro, e é compatível com o meio ambiente. Por ter curta duração o ozônio não deixa efeito residual. As desvantagens do ozônio incluem custos operacionais, a instabilidade requer sua geração no próprio local ou próximo ao ponto de uso e mais caro que o cloro (ANDRADE e PINTO, 1999).

A faixa ótima de pH para melhor eficiência do ozônio é de 6,0-8,0 e a concentração recomendada para sanitização de frutas é 2 a 3 mg.L^{-1} (IFPA,

2001). *Salmonella typhimurium*, *Y. enterocolítica*, *S. aureus* e *L. monocitogenes* são os patógenos mais sensíveis no tratamento de água ozonizada .

3.3. Descascamento e corte

Algumas frutas necessitam de descasque e corte para o processamento mínimo. Existem alguns métodos de corte e descasque mecânico na escala industrial , entretanto estes métodos devem ser avaliados, pois dependendo da intensidade do dano causado nos frutos, estes podem ser uma porta de entrada para muitos deterioradores e patogênicos. De acordo com Alzamora, Tapia e Lopez Malo, (2000), o método manual é o mais recomendado.

Melões *Cantaloupe* necessitam de descasque e corte para o processamento mínimo. Sendo necessário estabelecer programas de higiene e sanitização para unidade processadora, com base nas boas práticas de fabricação e nos procedimentos operacionais padrões (POP's), minimizando assim os riscos microbiológicos.

Gayler et al. (1995), mostraram que o tecido interno da melancia poderia ser contaminado por *Salmonella* se o microrganismo estivesse presente na casca ou na faca utilizada para corte. Similarmente a transferência de *Salmonella* da superfície do tomate para o interior do tecido durante o corte, foi relatada por Lin e Wey (1997). O suco expelido das células que foram desintegradas durante o corte é rico em açúcares, proteínas e provém de um substrato nutritivo para desenvolvimento microbiano.

Sappers et al. (2001), citam em seu trabalho com melão *Cantaloupe* minimamente processado, a sanitização de facas, colheres, tábuas, equipamentos e mesas de preparo com 1000 mg.L⁻¹ / 10 min e 200 mg.L⁻¹ de Cl₂ (0,21 % de hipoclorito de sódio com pH ajustado para 6,5) respectivamente, para evitar a contaminação cruzada. Portella e Cantwell (2001) recomendam a imersão de um equipamento de corte 1000 mg.L⁻¹ de hipoclorito de sódio por 30 min, para minimizar a contaminação de melões *Cantaloupe* minimamente processados.

Outros agentes sanitizantes também podem ser utilizados, o importante é estabelecer concentrações ideais para minimizar a contaminação do produto nesta etapa.

3.4. Enxágüe e drenagem

O enxágüe das frutas após os cortes tem o objetivo de reduzir a possível contaminação proveniente das etapas anteriores e a oxidação enzimática durante o armazenamento. Entretanto, o sanitizante, a concentração deste e o tempo para enxágüe são parâmetros de pesquisa, pois se não forem bem estabelecidos podem comprometer a qualidade sensorial e microbiológica do produto final.

O enxágüe para as frutas é diferenciado das hortaliças minimamente processadas, pois, geralmente, estas últimas são enxaguadas com água para remoção do sanitizante utilizado e assim aumentar a vida útil sensorial do produto (ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ MALO, 2000).

Para frutas o enxágüe é geralmente realizado como processo de sanitização, sendo utilizados sanitizantes em baixas concentrações e por um tempo menor. Em trabalhos com melões *Cantaloupe* minimamente processados esta etapa é realizada na maioria das vezes com compostos clorados, em concentrações de 50 mg.L⁻¹ /30 seg (LUNA-GUZMAN e BARRET, 2000; PORTELA e CANTWELL, 2001; SAPERS et al., 2001). Sapers e Simmons (1998) citam que estes melões minimamente processado submetidos a uma solução de 5% de H₂O₂, apresentaram resíduo na ordem de 25 mg.L⁻¹ deste sanitizante, entretanto a redução de *Pseudomonas* foi de 0,68 ciclos log, quando comparado ao controle. Estes mesmos autores citam que quando utilizou cloro (concentração não especificada), a redução deste mesmo microrganismo foi de 0,12 ciclos log.

A drenagem é importante na segurança de frutas minimamente processadas, esta etapa é geralmente realizada com peneiras, pois frutas não suportam centrifugação, e o tempo estabelecido é de 1 a 3 minutos (BASTOS et.al., 2000; SARZI, 2002).

3.5. Embalagem

O estágio final na produção de frutas minimamente processadas é a embalagem, que além de promover proteção ao produto de contaminações do ambiente externo é uma ferramenta primordial de aceitação do produto pelo consumidor.

O uso de embalagem com atmosfera controlada (AC) e modificada (MAP) constituem barreiras para desenvolvimento da flora remanescente de

deterioradores e/ ou patógenos (LAMIKANRA, et al., 2000). Entretanto é necessário observar as características fisiológicas, nutritivas e outras para cada tipo de fruta, o tipo de embalagem, a permeabilidade de filmes, se utilizados, pois o conhecimento destes e outros fatores aliados à embalagem selecionada pode promover produtos seguros e de qualidade ou não.

Para atmosfera controlada a mistura de gás recomendada para armazenamento de melões *honeydew* é de 3 a 5 KPa O₂ e 10 a 15 KPa CO₂ e uma mistura similar é recomendada para *Cantaloupe* minimamente processados (BAI et al., 2001).

Zagory (1999) relata que baixos níveis de CO₂ provocam danos fisiológicos em frutas e que, elevados níveis de CO₂ e reduzido de O₂ podem favorecer ou selecionar certas classes de microrganismos. Baixos níveis de O₂ favorecem o desenvolvimento de bactérias do ácido láctico e *Listeria*. Elevados níveis de CO₂ podem favorecer gram positivos em relação aos gram negativos, especialmente corineformes e bactérias do ácido láctico.

O benefício da embalagem em frutas minimamente processadas, portanto, deve estar associado com as outras barreiras adotadas durante o processamento.

Poucos trabalhos têm relatado o uso de embalagens ativas, para produtos minimamente processados, entretanto, esta parece ser uma outra opção para tais produtos, sendo que as mesmas podem ter efeitos satisfatórios na atividade respiratória e microbiana de vegetais se forem adotadas corretamente.

3.6. Armazenamento e comercialização

A IFPA (2001), relata o frio como um dos fatores básicos no preparo e armazenamento de frutas minimamente processadas. Durante o processamento é recomendado temperaturas entre 10 a 15°C e para armazenagem recomenda-se de 4 a 7°C, verificando sempre a taxa respiratória do produto.

Durante o armazenamento e distribuição de frutas minimamente processadas a manutenção de baixas temperaturas reduz as perdas de qualidade do produto, reduzindo os processos bioquímicos que podem ser reações de enzimas de microrganismos psicotróficos e de outros que continuam crescer em baixas temperaturas (LAMIKANRA et al., 2000).

Em relação à sobrevivência e ao crescimento de patogênicos em temperatura de refrigeração em produtos minimamente processados, a maior preocupação tem sido relatada com *Listeria monocytogenes*. O armazenamento a frio detém o crescimento deste patógeno, mas não a sua sobrevivência (LAMIKANRA, 2002).

Para melões *Cantaloupe* minimamente processados recomenda-se uma temperatura de 5°C (\pm 2°C). O'Connor Shaw et al., (1994) relataram que a população de *Lactobacillus* em *Cantaloupe* minimamente processados aumentou de $3,3 \times 10^4$ para $3,6 \times 10^6$ após armazenamento a 4°C e a presença de 4×10^7 *Lactobacillus*/g a 5°C aos 12 dias de armazenamento.

De acordo com Lamikanra (2002) não existem relatos sobre a ecologia microbiana de frutas minimamente processadas nas variadas condições de transporte. Entretanto, a vida útil e a qualidade microbiológica destes produtos durante o transporte e venda são dependentes de fatores como: método de transporte, que deve ter refrigeração mantida com temperatura de 5 a 7°C; tempo de transporte, que deve ser minimizado entre a indústria e o local de entrega; e as flutuações de temperatura nos locais de venda, que deveriam ser minimizadas.

A IFPA (2001) recomenda ainda para os meios de transporte, um plano de higienização adequado, inspeções freqüentes de temperatura e circulação de ar, ausência de odores estranhos nas cabines, e ainda, a manutenção das mesmas para evitar danos, buracos e outras não conformidades da estrutura física, para evitar possíveis contaminações cruzadas que podem advir da área externa, como insetos, pássaros e outras pragas.

4. ASPECTOS DA QUALIDADE E SEGURANÇA DE FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS.

4.1. Qualidade de frutas minimamente processadas

A qualidade de um produto agrícola (fruto ou hortaliça) pode ser definida por meio de critérios que incluem propriedades nutricionais (vitaminas, proteínas, carboidratos etc.), higiênicas (condição microbiológica, conteúdo de componentes tóxicos, etc.), tecnológicas (capacidade de armazenamento) e sensoriais (aparência, *flavor*, textura etc.). Quando se conhece o critério que caracteriza a qualidade de um produto utiliza-se métodos de mensuração que variam entre técnicas instrumentais e análise sensorial (MENEZES, 1996).

O melão *Cantaloupe* apresenta características que agregam valor aos produtos, exemplos destas é a coloração salmão da polpa, o aroma e o sabor. Grangeiro et al. (1999) relatam que o teor de Sólidos Solúveis Totais (SST) é um fator importante, pois juntamente com a coloração do fruto, é utilizado como indicador do ponto de colheita. Além disso, é o principal critério utilizado no estabelecimento de padrões de qualidade nas regulamentações de mercado.

Quanto ao valor nutricional, o melão *Cantaloupe* apresenta uma variedade de minerais, destacando o potássio, vitaminas principalmente A, C e B9, proteínas, carboidratos e fibras (IBRAF, 2004).

Qualidade de frutas e hortaliças minimamente processadas é uma combinação de atributos, que determinam seu valor para o consumidor e incluem aparência, textura, flavor e valor nutritivo (KADER, 2002).

O flavor é um atributo de qualidade relacionado a doçura, acidez, adstringência, amargor, aroma e *off-flavors*. Na maioria dos frutos este atributo é influenciado por seu conteúdo de açúcares, ácidos, fenólicos e compostos voláteis (KADER, 2002). As condições de processamento, tais como uso de sanitizantes, podem alterar o sabor dos produtos minimamente processados (LAMIKANRA, 2002).

A qualidade de produtos minimamente processados também depende da cadeia produtiva. Quanto aos aspectos de pré - colheita, colheita, pós - colheita, processamento e armazenamento. Os fatores pré - colheita que mais influenciam na qualidade das frutas são os cultivares, o clima e a maturação das mesmas. Cada tipo de fruta possui suas próprias características e estas devem ser cuidadosamente observadas por produtores e processadores para assegurar a garantia e qualidade em toda cadeia.

Fatores climáticos, como a temperatura, influenciam na absorção de nutrientes minerais nas plantas devido ao aumento da transpiração, enquanto a local e a época em que as plantas são cultivadas podem determinar o teor de ácido ascórbico, carotenos, riboflavina, tiamina e flavonóides. O tipo de solo, a adubação e a irrigação influenciam no suprimento de água e nutrientes para as plantas, podendo afetar a qualidade nutricional e a colheita. A maturação dos frutos está relacionada com a mudança no sabor e textura, conduzindo a um estado comestível e com isto apropriado para o mercado *in natura* e a industrialização. O amadurecimento é a fase em que o fruto atinge a completa maturação tornando-se palatável, pois os sabores e odores específicos se

desenvolvem em conjunto com a doce acidez (SHEWFELT e BRUCKNER, 2000; ARTHEY e ASHURST, 2001; LAMIKANRA, 2002). O melão com qualidade satisfatória geralmente é produzido em solos de textura média e de boa fertilidade natural (MENEZES et al., 2000).

A colheita dos frutos, antes do período da maturação ideal, provoca uma queda na qualidade, principalmente no que diz respeito ao teor de açúcar. Em melão *Cantaloupe*, observa-se que durante o período de colheita, se os frutos permanecem no campo, aceleram o amadurecimento dos outros, devido à liberação do etileno. Os indicadores e procedimentos de colheita determinam a qualidade do fruto e seu valor de mercado. Para o conteúdo de SST recomenda-se a faixa de 9 a 13°Brix. Enquanto que em relação à firmeza da polpa esta pode variar de 22 a 40 N. Os valores para estes indicadores dependem de cada variedade. A cor e o aspecto da casca não devem ser considerados índices isolados. O primeiro deve estar associado ao conteúdo de SST e a firmeza da polpa. Face às diversas variedades, os fatores pré-colheita e os indicadores de colheita, não devem ser descuidados das exigências do mercado (FILGUEIRAS et al., 2000).

Em relação à manutenção da qualidade, principalmente no aspecto de textura e extensão da vida útil pós-colheita de produtos vegetais, têm-se utilizado o 1-metilciclopropeno (1-MCP), que age como um antagonista da ação do etileno ocupando seu receptor e impossibilitando sua ação (SISLER e SEREK, 1997). O 1-MCP (C₄H₆) é composto em forma de pó que libera gás em solução aquosa com peso molecular 54.

Este ciclopropeno retarda o amadurecimento pela inibição competitiva dos receptores de etileno (JIANG e JOICE, 2000), não tem odor e tem potencialmente valor comercial para controlar as desordens pós-colheita originadas do etileno (SELVARAJAH et al., 2001). Este gás tem sido formulado com um pó que libera seu ingrediente ativo quando misturado com água a 40-60° C. O 1-MCP é um composto não tóxico podendo ser usado em baixas concentrações (nL L⁻¹) (BENASSI et al., 2002).

Alguns trabalhos têm mostrado o efeito de 1-MCP em frutos e hortaliças. FENG et al., (2000) demonstraram que abacate tratados com 1-MCP por 24 horas com 30-70 nL L⁻¹ retardou o amadurecimento do fruto, tendo o mesmo uma vida pós-colheita de 10 a 12 dias, contra 5 a 9 dias se o abacate não é tratado.

A busca incessante da qualidade, seja na produção, transporte, armazenamento e consumo de alimentos é fator primordial na competição entre as empresas deste mercado (RICHARDS, 2002). Assim, recomenda-se adotar procedimento em toda cadeia produtiva de frutas minimamente processadas no sentido de minimizar às perdas de qualidade do produto final.

4.2. Segurança Microbiológica de Frutas Minimamente Processadas

O interesse público em relação à segurança alimentar, devido ao número crescente e à gravidade das doenças transmitidas pelos alimentos tem aumentado gradativamente. O consumidor considera alimentos seguros àqueles com risco igual a zero. Enquanto o produtor de alimentos deve buscar um risco aceitável. Entretanto as análises de riscos dos alimentos em possíveis flutuações de temperatura durante a comercialização do produto são complexas, em consequência às características biológicas destes no que diz respeito à sua microbiota (FORSYTHE, 2002).

A microbiota de produtos frescos consiste, em geral, de espécies da família de Enterobacteriaceae e do gênero *Pseudomonas*, enquanto bactérias do ácido láctico e fungos podem estar presentes em números relativamente baixos (NGUYEN-THE e CARLIN, 1994). Para Córdoba et al. (1998), os microrganismos que normalmente predominam em hortaliças cruas são as bactérias como: coliformes, enterobactérias, *Bacillus*, *Pseudomonas*, e ainda fungos filamentosos e leveduras.

Frutas que são cultivadas em contatos com o solo, como melões e melancias, apresentam inevitavelmente os mesmos microrganismos deste, numa estimativa de 10^9 UFC/g. A contaminação de frutas no campo, inclui outros fatores intrínsecos e extrínsecos, relativamente complexos. Ressalta-se, aqui a forma ou o mecanismo de adesão dos microrganismos, os quais não são totalmente conhecidos. Lamikanra (2002), relata que hortaliças irrigadas com água contendo resíduos de material fecal, foram responsáveis por surtos de cólera no Chile e Costa Rica no início dos anos 90. Insetos têm sido relatados como vetores de *E. coli* 0157:H7 em maçãs, justificados pela presença de injúrias nos tecidos (DINGMAN, 2000).

Muitos microrganismos patogênicos, parasitas e vírus têm sido isolados de frutas e hortaliças frescas. Entretanto deterioradores , fungos filamentosos e leveduras são dominantes (MENG e DOYLE, 2002).

A microbiota de pré - cortados é geralmente a mesma carregada do campo, caracterizando-se pela presença de *Pseudomonas* spp; *Erwinia herbicola* e *Enterobacter agglomerans*. Bactérias do ácido láctico como *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus* spp e leveduras são encontradas principalmente em frutas. O gênero *Pseudomonas* geralmente é responsável por 50 a 90% da população microbiana das hortaliças (IFPA, 2001). Um estudo realizado por Kelly et al. (1998), indicou que melões *Cantaloupe* podem ser contaminado por *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* no campo, antes da colheita.

A IFPA (2001) relata que os microrganismos patogênicos tais como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum* e *Escherichia coli* são os mais associados com a agricultura. A *Salmonella* é encontrada largamente no solo, água, esgoto, animais, humanos, equipamentos de processamento e outros produtos alimentícios. Seu habitat natural é o trato intestinal de animais que, em alguns casos são portadores assintomáticos. *Salmonella* não é normalmente associada com produtos frescos, mas podem ocorrer devido a contaminação por esterco animais ou pessoas infectadas

Vários surtos de salmoneloses originados de frutas, principalmente melões *Cantaloupe*, têm sido relatados pelo Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos e Canadá desde a década de 90. Nos Estados Unidos, entre 2000 e 2002 os casos confirmados foram atribuídos a *Salmonella poona*, sendo nos meses abril e junho de 2000, 47 casos em 6 estados, em abril de 2001, 50 casos em 5 estados. Em maio de 2002, 58 casos foram confirmados em 13 estados dos EUA e 1 no Canadá. No primeiro surto deste período, 19% das pessoas foram hospitalizadas, seguido de 33% e 17% no segundo e terceiro período respectivamente. Em abril e maio de 2001 aconteceram duas mortes. Em todos os casos os melões *Cantaloupe* foram originários do México e as pessoas consumiram inteiro, pré - cortados e em saladas (CDC, 2002).

A microbiota de frutas e hortaliças minimamente processadas oriunda do campo pode se diversificar, dependendo do tipo de alimento, temperatura, condições de processamento e do uso da atmosfera modificada (BRACKETT, 1999). Ainda é influenciada pelas condições que os mesmos são submetidos durante o cultivo, colheita, processamento e distribuição (TAPIA de DAZA e DIAZ, 1994). Durante o corte, descascamento e fatiamento ou cubetagem, a superfície do produto é exposta ao ar e existe a contaminação do produto por

bactérias, fungos filamentosos e leveduras (ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ-MALO, 2000).

Outro fator a ser considerado na contaminação dos produtos minimamente processados são os manipuladores. Os microrganismos que são carregados com mais frequência são as bactérias da família Enterobacteriaceae (*Salmonella*, *Shigella* e *E. coli*), além de *Staphylococcus aureus* e outros parasitas. Por esta razão todos os empregados devem passar por treinamentos de práticas de higiene pessoal e operações de limpeza/desinfecção da unidade. A FDA recomenda utilização de sabão/ detergentes e sanitizantes ($< 100 \text{ mg.L}^{-1}$) para limpeza das mãos (IFPA, 2001; SENAI, 2000).

De acordo com a International Fresh-cut Produce Association -IFPA (2001), as etapas do processamento e as operações de embalagem são as mais críticas para se realizar em produtos minimamente processados. As duas palavras chaves são limpeza e frio, pois na microbiota de produtos minimamente processados, existem os patogênicos que se desenvolvem à temperatura de refrigeração.

Dentre os patogênicos psicrotróficos destacam-se a *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e *Aeromonas hydrofila*. Entretanto, outros patógenos são de relevância nesses produtos e incluem *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, espécies de *Vibrio*, vírus da hepatite A e Norwalk, além de fungos como *Cryptosporidium* e *Cyclospora* (CHERRY, 1999). A preocupação com a presença de patogênicos nesses produtos é reforçada, uma vez que a maioria das frutas e hortaliças minimamente processadas é consumida crua.

A microbiota de frutos e hortaliças minimamente processadas diferem, dependendo do pH. As hortaliças geralmente são contaminadas por microrganismos com menor tolerância a ácido, enquanto que as frutas são susceptíveis aos fungos e às bactérias com maior tolerância a acidez (GUNES, SPLITTSTOESSER e LEE , 1997).

Frutas e hortaliças minimamente processadas com valor de $\text{pH} > 4,6$ e $a_w > 0,85$ são considerados altamente perecíveis, quando não são submetidos a processos de conservação. Neste grupo, geralmente incluem frutos minimamente processados como o melão *Cantaloupe* (LAMIKANRA et al.,

2000). Baixas temperaturas têm sido utilizadas para preservar a qualidade e aumentar a vida de prateleira de produtos pré - cortados.

Melões *honeydew* são geralmente armazenados a 7-10°C, enquanto 2-5°C é o ideal para *Cantaloupe* (PORTELA e CANTWELL, 1998). À temperatura de 2°C a vida útil deste produto fica em 21 dias, mas sua qualidade sensorial é reduzida. Melões *Cantaloupe* geralmente tem de 12 a 15 dias de vida útil nesta temperatura (SUSLOW, CANTWELL e MITCHELL, 2002).

A redução da microbiota de frutas minimamente processadas pode ser também assegurada por processos de sanitização. Esta etapa tem como objetivo reduzir e/ou, em alguns casos, eliminar a microbiota de patogênicos e deterioradores (FDA, 1998).

Embora vários autores tenham estudado o efeito de agentes sanitizantes na eliminação de patógenos, e em especial de *Escherichia coli* O157:H7 e *Listeria monocytogenes* (BEUCHAT et al., 1999; FATEMI et al., 1999; DIAZ et al., 2001; TAKEUCHI e FRANK, 2001), não se tem ainda um estudo do comportamento destes microrganismos quando aplica-se sanitizantes às aplicado às unidades de processamento.

Os sistemas de embalagens e temperaturas de armazenamento e comercialização devem ser etapas controladas em função da segurança microbiológica de frutas minimamente processadas. A escolha da embalagem para produtos minimamente processados, depende do fruto, pois o requerimento respiratório, permite uma pré - definição do sistema de embalagem a ser utilizado. Em relação às temperaturas deve-se conhecer os possíveis microrganismos que poderão se desenvolver no produto em função das características dos mesmos e das condições de processamento.

A qualidade e a segurança de produtos minimamente processados dependem da contaminação inicial e serão influenciadas pelas etapas de produção. A obtenção de um produto de qualidade e seguro para a saúde do consumidor, requer o desenvolvimento de tecnologias para controlar o crescimento de microrganismos, as alterações fisiológicas e sensoriais de todo o processo. Assim a adoção das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação (BPA/BPF) e implantação de sistemas de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), são ferramentas recomendadas para assegurar a qualidade e garantia destes produtos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; PEREIRA, M.E. C.; ABREU, C.R.A. Conservação de melão cantaloupe 'Acclaim' submetido à aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, Suplemento CD-ROM, julho 2001.

ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M.S.; LÓPEZ-MALO, A. **Minimally Processed Fruits and Vegetables**. Fundamental Aspects and Applications. Na Aspen Publication. Maryland, 2000.360p.

ANDRADE, N.J.; PINTO, C.L.O. **Higienização na Indústria de Alimentos**. Viçosa : Centro de Produções Técnicas, 1999, 96p.

ANUÁRIO brasileiro da fruticultura 2004/Romar Rudolfo Beling... [et al.]. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2004. 136p.: il.

ARTHEY, D.; ASHURST, P. R. **Fruit Processing**. Nutrition, Products and Quality Management. Second Edition. An Aspen Publication . Maryland. 2001. 312p.

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

BASTOS, M. S. R; SOUZA FILHO, M. S. M; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H. A .C.; BORGES, M. F. Processamento Mínimo de Abacaxi e Melão. II Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Pág: 89-94. 2000.

BENASSI, G.; CORREA, G. A . S. F.; KLUGE, R. A .; JACOMINO, A . P. Shelf life of Custard Apple Treated With 1- Methylciclopropene – an antagonist to the ethylene action. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 2002.

BEUCHAT,L.R., CHMIELEWSKI, R., KESWANI,J.,LAW,E.S. & FRANK,J.F. Inactivation of aflatoxigenic aspergilli by treatment with ozone. **Lett. Appl. Microbiol.** 29:202-205, 1999.

BRACKETT, R. E. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. **Postharvest Biology and Technology** . v.15. p.305-311. 1999.

CDC- Center for Diseases Control and Prevention. Multistate Outbreaks of *Salmonella* Serotype Poona Infections Associated with Eating Cantaloupe from México- United States and Canada, 2000-2002. V. 51(46). P.1044-1047. 2002.

CANTWELL, M. Fresh-cut product biology and requirements. Perishables handling newsletter issue. N.80, p.4-6. 1995.

CHERRY, J.P. Improving the safety of fresh produce with antimicrobial. **Food Technology**. V.53, n.11, p.54-59, 1999.

CÓRDOBA, M.G., CÓRDOBA, J.J., LÓPEZ C.M., JORDANO, R.; Implantação del sistema ARCPC / HACCP en Precocinados Congelados. **Alimentaria**, N°4, 1998.

DIAZ, M.E., LAW, S.E. FRANK, J.F.; Control of pathogenic microorganisms and turbidity in poultry-processing chiller UV-enhanced ozonation. **Ozone-Sci. Engineer**, 23:53-64, 2001.

DINGMAN, D.W. Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in bruised apple (*Malus domestica*), tissur como influenciada por cultivar, date of harvest, and source, **Appl. Environ. Microbiol.** V.66. p. 1077-1083. 2000.

FAO (Rome,Italy).Base de dados agrícolas. FAOSTAT: Cultivos Primários: Melão Produção. Disponível em:<http://www.fao.org>. Consultado em agosto de 2003.

FAO – (Food and Agriculture Organization of United Nations). **FAOSTAT**, 2004. Disponível em: <<http://apps.fao.org/faostat/>>. Acesso em: 13 ago. 2004, 10:26:30.

FATEMI,P. & FRANK,J.F. Inactivation of *Listeria monocytogenes* *Pseudomonas* biofilms by peracid sanitizers. **Journal of Food Protection**, 62:3-9, 1999.

FDA. Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables. **Food and Drug Association**. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Washington, D.C. 1998.

FDA. Secondary Direct Food Additives Permitted In food For Human Consuption. Code of Federal Regulations . Title21 – Foods na Drugs. Volume 3. Revised in april-2002. Part 173 . Section 173.315. 2000. Disponível em Homepage: <http://www.accessdata.fda.gov/>

FENG, X.; APELBAUN, A .; SISLER, E. C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology** . 20: 143-150, 2000.

FERNANDES, P. M de. G.C.; Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido Orange Flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. Lavras: UFLA, 1996. 68p. (Dissertação de mestrado).

FILGUEIRAS, H.A. C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R . E. COSTA, F. V.; PEREIRA, L. S. E.; JUNIOR, J. G. Colheita e Manuseio Pós-colheita. **Melão pós - colheita**: Brasília: EMBRAPA-SPI/FRUTAS DO BRASIL, 2000. p.23-41.

FORSYTHE, S.J. Microbiologia da Segurança Alimentar. Artmed Editora S. A . Porto Alegre, 2002. 424p.

FRANK, J.F. Microbial Attachment to Food and Food Contact Surfaces. **Adv. Food Nutr. Res.** V.43. p. 320-370. 2000.

FRUTISÉRIES 2, Ceará, Melão. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra Estrutura Hídrica. Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola. Brasília, setembro de 2003. 12p.

GAYLER, G.R.; MacCREADY, R.A .; REARDON, J.P.; McKERNAN, B.F. Na outbreak os salmonellosis traced to watermelon. **Public Health Rep.** V.70. p. 311-313. 1995.

GRANGEIRO, L.C. Qualidade de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p.110-114, 1999.

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

GUTIERREZ, M. A.; OLIVEIRA, E. Processamento Mínimo de Couve e Repolho. II Encontro Nacional de Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Pág: 125-131. 2000.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas- Melão: Referências Nutricionais e Dietéticas. Referências Nutricionais e Dietéticas Disponível em www.google.com.br. Acesso em 06.04.2004.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas- Estatísticas: Exportação: Comparativo das esxportações Brasileiras 2002/2003.Disponível em www.ibraf.org.br. Acesso em 05.12.2004.

IFPA- International Fresh-cut Produce Association. **Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry**. Fourth Edition. 2001. 213p.

JIANG, Y.; JOICE, D.C. Effects of 1-methylciclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruit. **Association of Applied Biologists**. 137: 321-327, 2000.

KADER, A . A . **Quality Parameters of Fresh-cut Fruit and Vegetable Products**. In: LAMIKANRA. *Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market*. Rc Press. Flórida. 2002. 466p.

KASMIRE, R.F., RAPPAPORT, L., MAY, D. Effects of 2-chloroethylphosphonic acid on ripening of cantaloupes. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** v. 95 p. 134-137. 1970.

KELLY, W. J.; DAVEY, G. P.; WARD, L. J.H. Characterization of lactococci isolated from minimally processed fresh fruit vegetables. **International Journal of Food Microbiology** 45: 85-92, 1998.

LAMIKANRA, O.; *Fresh-cut Fruits and Vegetables*. **Science, Technology and Market**. CRC Press, Washington, D.C. 2002.

LAMIKANRA, O .; CHEN, J.C.; BANKS, D.; HUNTER, P.A . Biochemical and Microbial Changes during the storage of minimally processed Cantaloupe. **Journal Agriculture Food Chemical**, 48: 5955-5961, 2000.

LIAO, CHING-HSING.; SAPERS, G.M. Attachment and Growth of Salmonella Chester on Apple Fruits and In Vivo Response of Attached Bacteria to Sanitizer Treatments. **Journal of Food Protection**. v.65. n. 7. p.876-883. 2000.

LIMA, L. C.O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. II Encontro Nacional de Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Resumos (8 a 10 de novembro). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Págs: 95-109. 2000.

LIN, C.M.; WEY, C.I. Transfer of *Salmonella montevideo* onto the interior surface of tomatoes by cutting. **Journal of Food Protection**. v.60. p.858-863. 1997.

LUNA-GUZMAN, I.; BARRET, D.M. Comparasion of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf satability and quality of fresh-cut cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**. v.19. p.61-72. 2000.

MENEZES, J.B. Qualidade pós-colheita de melão tipo *Galia* durante a maturação e o armazenamento. Lavras: UFLA, 1996. 157p. (**Tese de Doutorado**).

MENEZES, J.B.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ANDRADE, J.H.S. de; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. In: **Melão. Pós-Colheita/** Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43p. (Frutas do Brasil, 10).

MENG, J.; DOYLE, M.P. Introduction. Microbiological Food Safety. **Microbes and Infections**. v . 4 . p.395-397. 2002.

NGUYEN-THE, CHRISTOPHE, CARLIN, FRÉDÉRIC. The Microbiology of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.34, n. 4, p-371-401, 1994.

O'CONNOR-SHAW, R.E.; ROBERTS,R.; FORD, A . L.; NOTTINGHAM,S.M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal of Food Science**, 59:1202-1206, 1215, 1994.

PORTELA, S.J. & CANTWELL, M.I. Cutting Blade Sharpness Affects Appearance and Other Quality Attributes of Fresh-cut Cantaloupe Melon. *Food Chemistry and Toxicology*. V.66, n.9, p.1265-1270. 2001.

PORTELA,S.I.; CANTWELL, M.I. Quality changes of minimally hoheydew melons stored in air or controlled atmosfere. **Postharvest Biology and Technology** . 14: 351-357, 1998.

RICHARDS, N. S. P. S. Segurança Alimentar: Como prevenir contaminações na indústria. *Food Ingredients*. Mai/Jun. N^o 18 São Paulo, p- 16-30, 2002 .

RURAL NEWS. O Melão. Irregular. Disponível em Homepage <http://www.ruralnews.com.br/> 23/06/2002

SAPERS, G.M.; MILLER, R.L.; PILIZOTA,V.; MATARAZZO.A .M. Antimicrobial Treatments for Minimally Processed Cantaloupe Melon. **Journal of Food Science**. v.66.n.2. p.345 - 349. 2001.

SAPERS,G.M.; SIMMONS, G.E. Hidrogen peroxid disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**. v.52.n.2. p.48-52. 1998.

SARZI, B. Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento. 2002. 100p. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A . D.; JONH, P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology** . 23: 167-171, 2001.

SENAI. Elementos de Apoio para o Sistema APPCC. 2ª ed. Série Qualidade e Segurança Alimentar. Projeto APPCC Indústria. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE. Brasília, SENAI/DN. 2000. 361p.

SHELLIE, K.C., LESTER,G. Netted Mellon. In: Kenneth, G.; Wang, C.Y.; Saltveit, M.A. (eds) The commercial Storage of Fruits, Vegetables and, Florist and Nursery Crops. **Agriculture Hand Book Number 66**. U.S.D.A, 2002.

SHEWFELT, R.L.; BRUCKNER, B. Fruit and Vegetable Quality- An Integrated View. A Technomic Publishing Company Book. 2000. 309p.

SINGH.N.; SINGH, R.K.; BHUNIA, A . K. ; STROSHINE, R.L. Effect of inoculation and washing methods on the efficacy of different sanitizers against *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce. **Food Microbiology**. V.19. p.183-193. 2002.

SISLER, E.C., SEREK, M. Inhibition of ethylene response in plants at the receptor level: recent developments. **Physiol. Plant**. v.100, p.577-582, 1997.

SOUZA, M.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura Brasileira**, v,12, n.2, p.188-190, 1994.

SUSLOW, T.V.; CANTWELL, M.; MITCHELL, J. **Indicadores Básicos del Manejo Postcosecha de Melón Cantaloupe** (Chino o de Red). Disponível na internet via <http://postharvest.ucdavis.edu>. Arquivo capturado em 03 de janeiro de 2002.

TAKEUCHI, K. & FRANK, J.F.; Quantitative determination of the role of lettuce leaf structures in protecting *Escherichia coli* O157:H7 from chlorine disinfection. **Journal of Food Protection**, 64:298-304, 2001.

TAPIA de DAZA, M.S.; DIAZ,R. V. Ecological and food safety considerations about products of vegetable origin. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v.44, n.4, p.232-241, 1994.

USDA. United States Department of Agriculture, California.:**United States Standards for Grades of Cantaloupes**. USDA, Washington. DC, 1981. 6p.

WISNIEWSKY, M.A.; GLATZ, B.A .; GLEASON, M.L.; REITMEIER, C. A. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 counts on whole apples by treatment with sanitizers. **Journal of Food Protection**. V.63. n.6. p.703-708. 2000.

UKUKU, D.O .; FETT, W. Relationship of Cell Surface Charge and Hydrophobicity to Strength of Attachment of Bacteria to Cantaloupe Rind. **Journal of Food Protection**. v.65. n. 7. p.1093-1099. 2002.

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

CAPÍTULO I

MICROBIOTA DO MELÃO *CANTALOUPE* 'Hy-Mark' SUBMETIDO A SANITIZANTES ASSOCIADOS OU NÃO A SURFACTANTE

1. INTRODUÇÃO

Frutas e hortaliças são contaminadas ainda no campo. Esta contaminação pode ter sua origem na planta, nas sementes ou no ambiente durante o seu desenvolvimento. Geralmente as superfícies de hortaliças e frutas carregam uma população de 10^4 a 10^6 UFC/g (UKUKU e SAPERS, 2001; ALZAMORA, TAPIA e LOPEZ-MALO, 2000). Algumas bactérias podem sobreviver em solos por meses ou anos. Por exemplo, *Salmonella* sp. e *Listeria monocytogenes* podem sobreviver por meses em adubos provenientes de material de esgoto de pessoas ou animais (BRACKETT, 1999).

Existem alguns relatos de toxinfecções alimentares associadas com frutas e outros derivados. Em particular, doenças têm sido associadas com melões *Cantaloupe*, sucos de laranja e de maçãs não pasteurizados, cidras de maçãs, morangos congelados, mangas e frutas pré-cortadas. No caso de *Cantaloupe*, *Salmonella* tem sido implicada como um dos principais microrganismos causadores de toxinfecções em aproximadamente 30 estados nos Estados Unidos, envolvendo cerca de 25000 pessoas (Centro de Controle de Doenças, 2002). Na maioria destes casos a causa foi o inadequado processo de lavagem e sanitização das superfícies das frutas, resultando na contaminação da parte comestível, durante o corte.

A colonização de microrganismos deterioradores e não deterioradores nas superfícies de frutas e áreas de contato, pode prover de um ambiente protetor para patogênicos, reduzindo a eficiência de sanitizantes e de outros agentes inibidores. A ausência e/ou processo de sanitização ineficiente pode promover a formação de biofilmes que são agregados microbianos que abrigam bactérias, fungos filamentosos e leveduras e podem estar presentes em equipamentos, utensílios e nos meios de transporte requeridos para colheita e pós-colheita de frutos (BEUCHAT, 2002).

A superfície do melão *Cantaloupe* é composta de um tecido rendilhado que proporciona uma rugosidade inerente, propiciando condições de favorecimento a uma adesão microbiana e a formação destes biofilmes.

Muitos sanitizantes têm sido testados no sentido de reduzir a carga microbiana da parte externa das frutas. Entretanto a *Food and Drug Administration* (FDA, 2002) em seu regulamento 21 C.F.R. 173.315 aprova o hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e ozônio como sanitizantes para frutas e hortaliças frescas e minimamente processadas.

O cloro é um dos sanitizantes mais utilizados no processamento mínimo de frutas e hortaliças. O uso deste composto em *packinghouses* e durante a lavagem, resfriamento e transporte para controlar as doenças pós-colheita destes produtos tem sido revisado por Eckert e Ogawa (1988), apud Beuchat e Ryu (2002). De acordo a IFPA (2001) os compostos clorados incluem o cloro líquido, os hipocloritos, as cloraminas orgânicas e as cloraminas inorgânicas.

O ácido peracético (APA) é outro sanitizante que tem sido utilizado junto aos processadores de alimentos. Este tem sido reconhecido por suas propriedades germicidas por longo tempo, e em algumas indústrias de alimentos tem sido recomendado como um potencial substituto ao cloro. Entre outras vantagens o APA não forma espumas, tem biodegradabilidade favorável e é compatível com a dureza da água (ANDRADE e PINTO, 1999).

O APA tem sido introduzido na sanitização de frutas inteiras para melhoria da qualidade e segurança de minimamente processados, mas poucos trabalhos têm sido reportados neste sentido. De acordo com CHERRY (1999), o ácido peracético é capaz de reduzir 2 ciclos log de mesófilos em frutas e hortaliças minimamente processadas.

Apesar dos sanitizantes recomendados apresentarem eficiência na remoção microbiana nas superfícies de frutas, outros tratamentos de sanitização têm sido testados, nestes são estudados várias combinações que objetivam reduzir a carga microbiana destas superfícies, tais como: utilização de irradiação, ácidos tais como octanóico, fosfórico e trissódio fosfato e combinação com surfactantes.

Os surfactantes ou agentes tensoativos são conhecidos também, como detergentes sintéticos, umectantes entre outros e geralmente são utilizados em pequenas concentrações. A característica principal destas substâncias é

diminuir a tensão superficial em interfaces líquido-líquido, líquido-gás e sólido-líquido. Estes compostos melhoram o poder de penetração das soluções aquosas. Tais substâncias aderem às superfícies das películas dos resíduos sólidos ou líquidos imiscíveis em água, favorecendo desta maneira a formação de emulsão e dispersão das partículas (ANDRADE e PINTO, 1999).

O Tween 80 (Polisorbato 80, Polioxietileno e Monoleato de Sorbitol) um surfactante de uso em produção de alimentos não tem sido recomendado para lavagem de frutas em que a superfície seja comestível, pois o mesmo deixa o produto com características sensoriais inaceitáveis. Entretanto, quando utilizado em combinações com soluções sanitizantes para descontaminação de superfícies de frutas que irão passar por descascamento, o mesmo tem apresentado efeitos positivos.

Considerando que a superfície do melão *Cantaloupe* favorece a adesão de microrganismos, devido à sua característica rendilhada e a presença de ceras naturais promovendo um alto grau de hidrofobicidade, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de combinações de soluções sanitizantes (cloramina orgânica e ácido peracético) com e sem surfactante (Tween 80) na remoção de mesófilos aeróbios, coliformes e *Salmonella enteritidis*, este último inoculado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-Prima

Os frutos utilizados neste experimento foram melões *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L.), híbrido 'Hy-Mark' e estes foram cedidos pela Embrapa Agroindústria Tropical. A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã, em plantio comercial na região do Agropolo Mossoró-Açu, no RN. As características determinantes para seleção durante a colheita foram a camada de abscisão do pedúnculo, coloração esverdeada e uniformidade de tamanho. Os frutos foram transportados via aérea para Belo Horizonte, Minas Gerais, seguindo em transporte terrestre para a Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

2.2. Suspensão de *Salmonella enteritidis*

Inicialmente uma cultura de *Salmonella enteritidis* (ATCC 13706) mantida a 5°C em meio semi-sólido de ágar nutriente, foi repicada para 500 mL de caldo de *Brain Heart Infusion* (BHI-Merck) e incubada por 18 horas a 35°C para reativação. Após este tempo foi realizada uma segunda repicagem para 2000 mL do mesmo caldo, sendo este volume distribuído em 3 erlenmeyers, e estes foram incubados novamente por 18 horas a 35°C. Até o momento do preparo do inóculo, a cultura ativada foi mantida a 5°C. As células foram então colhidas por centrifugação (Centrífuga Beckman 3000g/5 min) a 4°C. As células sedimentadas foram lavadas e centrifugadas em água peptonada a 0,1%, por três vezes. As células foram re-suspendidas em água peptonada para conter cerca de 10^7 UFC.mL⁻¹. Este valor correspondeu a uma densidade ótica de 0,7 e o número de células viáveis foi confirmado pela contagem em meio Xilose Lisina Desoxicolato (XLD-Merck) com incubação a 35°C por 48 horas.

2.3. Tratamentos sanitizantes

Foram preparadas soluções contendo 200, 500 e 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total, expresso em Cl₂, pH igual a 6,5, preparadas a partir de cloramina orgânica comercial (dicloro S. triacina-triona sódica desidratada - Diversey-Lever, 3% de CRT). Também, foi preparada solução contendo 60 mg.L⁻¹ de ácido peracético (Ecolab, 13% de ácido peracético), pH igual a 5,5.

Para a avaliação da sobrevivência de mesófilos aeróbios e coliformes a 35°C e 45°C, os frutos foram submetidos a nove tratamentos sendo um de imersão em água corrente (controle) e os demais correspondendo às concentrações de cloramina orgânica e ácido peracético com e sem adição de 0,1% de Tween 80 (Polisorbato 80, Polioxietileno e Monoleato de Sorbitol), nas concentrações pré-estabelecidas anteriormente. A imersão dos frutos nas soluções sanitizantes ocorreu à temperatura de 15°C, sob agitação, durante 10 minutos.

Para reduzir a flora endógena da superfície do melão e realizar o processo de adesão da *Salmonella enteritidis*, inicialmente os frutos foram imersos em tanques contendo álcool 70% por 10 minutos e, submetidos à radiação ultravioleta também por 10 minutos, em câmara de biossegurança.

Em seguida os melões foram imersos em tanques de água esterilizada adicionada de 100 mL do inóculo microbiano contendo 10^7 UFC.mL⁻¹, sob agitação, por 10 minutos, e então, estes foram colocados em câmara de biossegurança, a 25°C por 60 minutos para favorecer a adesão do microrganismo. Após este tempo, uma parte dos melões foi imerso em água corrente (controle) e em 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica, em pH 6,5, adicionados ou não de 0,1% de Tween 80 e outra parte foi armazenada a 5°C. A sobrevivência do microrganismo para os tempos 1 e 24 horas foi avaliada.

2.4. Análises microbiológicas

2.4.1. Mesófilos aeróbios e coliformes

Vinte e cinco gramas das amostras de cascas foram homogeneizadas em 225 mL de água peptonada a 0,1%, em homogeneizador (Warning) em velocidade com nível 3 por 2 minutos. Um mililitro das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram plaqueadas em ágar para contagem total (Merck), incubada a 35°C por 48 horas; este procedimento foi realizado para os frutos controle, os sanitizados e os tratados com radiação UV de 15 W e álcool 70%. Para coliformes a 35°C, 0,1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram plaqueadas em ágar VRB (Merck) e incubadas a 35°C por 24 horas. Colônias típicas de coliformes foram confirmadas em Caldo Bile Verde Brilhante a 35°C por 24-48 horas. Quando positivas, foram inoculadas em caldo *Escherichia coli* (EC-Merck) e incubadas a 45°C por 24-48 horas. Após os tempos de incubação, a contagem dos diferentes grupos microbianos foram determinadas, segundo a metodologia descrita por Vanderzant & Splittstoesser (1992).

2.4.2. Contagem de *Salmonella enteritidis*

Vinte e cinco gramas das amostras de cascas foram trituradas em 225 mL de caldo lactosado em homogeneizador (Warning) em velocidade com nível 3 por 2 minutos e 0,1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram plaqueadas em ágar XLD (Merck) incubadas a 35°C por 48 horas. Após, as colônias típicas foram enumeradas, conforme metodologia descrita por Vanderzant &

Splittstoesser (1992). A contagem de *Salmonella enteritidis* foi realizada nos tempos 1 e 24 horas de adesão do microrganismo.

2.5. Delineamento experimental

O experimento foi realizado com três repetições em blocos casualizados. A ação dos sanitizantes sobre aeróbios mesófilos foi avaliada pelos números de ciclos logaritmos reduzidos e a eficiência dos sanitizantes foi comparada pela análise de variância de desdobramentos de contrastes, analisada pelo SAS (2003), programa licenciado para uso na UFV. A ação dos sanitizantes sobre *Salmonella enteritidis* foi avaliada pelos números de ciclos logaritmos reduzidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeito das soluções sanitizantes na remoção de mesófilos aeróbios e coliformes a 35 e 45°C

O efeito geral das soluções sanitizantes utilizadas neste trabalho na remoção dos microrganismos estudados, foi positivo, porém não verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos. A Tabela 1 mostra a ação das soluções sanitizantes sobre mesófilos aeróbios usando-se análise de variância. Os desdobramentos de contrastes indicam que tratamentos com surfactantes e sem surfactantes apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$). Os tratamentos com 60 mg.L^{-1} de APA e com 200 e 500 mg.L^{-1} de CRT com e sem surfactante não diferiram entre si ($P > 0,05$) na redução de mesófilos. A concentração de 1000 mg.L^{-1} de CRT adicionada com surfactante apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) na contagem destes microrganismos comparada à solução sem adição do Tween 80. Conclui-se que o Tween 80 apresentou efeito positivo nos tratamentos utilizados. No entanto, a maior eficiência foi constatada com a adição do surfactante em 1000 mg.L^{-1} de CRT, preparada a partir da cloramina orgânica.

Tabela 1 - Análise de variância de contrastes entre os efeitos dos diversos tratamentos sanitizantes sobre a contagem de mesófilos aeróbios.

Tratamentos	Graus de liberdade	Quadrado médio
Controle vs demais tratamentos (C1)	1	24,1*
Sanitizante com surfactante vs sanitizante sem surfactante (C2)	1	2,38*
Cloramina com surfactante vs cloramina sem surfactante (C3)	1	1,84 ^{ns}
APA com surfactante vs APA sem surfactante (C4)	1	0,54 ^{ns}
200 mg.L ⁻¹ com surfactante vs 200 mg.L ⁻¹ sem surfactante (C5)	1	0,001 ^{ns}
500 mg.L ⁻¹ com surfactante vs 500 mg.L ⁻¹ sem surfactante (C6)	1	0,405 ^{ns}
1000 mg.L ⁻¹ com surfactante vs 1000 mg.L ⁻¹ sem surfactante (C7)	1	3,08*
Resíduo	16	0,434

* Significativo (P<0,05); ns- Não significativo (P>0,05)

Estudos realizados com sanitizantes comerciais e 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total (CRT) (Cl₂), a pH de 6,5, na sanitização da superfície de *Cantaloupe*, mostrou que a solução de CRT (Cl₂) reduziu a menos de 1 ciclo log a contagem de aeróbios mesófilos em relação aos demais sanitizantes (SAPERS et al., 2001). Um estudo avaliou o efeito dos surfactantes, na sanitização das superfícies de ovos, neste uma combinação de 0,1% de Tergitol tipo 08 (2-etil-1-hidrogênio hexanol, sal de sulfato de sódio), combinado com 100 mg.L⁻¹ de CRT foi utilizado na remoção de aeróbios mesófilos e *Yersinia enterocolitica*. O resultado mostrou que em ovos inoculados a combinação utilizada na redução da população de aeróbios mesófilos e

Yersinia enterocolitica foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$), para o último microrganismo a redução em relação ao controle foi de 4,27 ciclos log (FAVIER et al., 2000).

Zhang e Farber (1996) avaliaram o efeito do surfactante combinado com hipoclorito de sódio na avaliação da sobrevivência de *Listeria monocytogenes* em alfaces e repolhos minimamente processados. Tergitol (0,1%) foi combinado com uma solução de 100 mg.L^{-1} de hipoclorito de sódio, com pH ajustado a 6,5 e temperatura de 22°C , para lavagem de 10 minutos destes produtos. A redução da população do microrganismo estudado em relação ao controle foi de 0,9 e 0,6 ciclos log, respectivamente.

A Tabela 2 mostra o número de sobreviventes e o número de ciclos logarítmicos reduzidos na população de mesófilos aeróbios pela ação das soluções sanitizantes.

Tabela 2 - Redução do número de mesófilos aeróbios nas superfícies de melão *Cantaloupe* pela ação das soluções sanitizantes.

Tratamentos	Log ₁₀ sobreviventes (UFC/g)	Redução (Ciclos log)
Lavagem com água corrente (controle)	5,92	-
200 mg.L ⁻¹ CRT	3,40	2,52
200 mg.L ⁻¹ CRT + 0,1% Tween 80	2,99	2,93
500 mg.L ⁻¹ CRT	3,63	2,29
500 mg.L ⁻¹ CRT + 0,1% Tween 80	2,25	3,67
1000 mg.L ⁻¹ CRT	3,08	2,84
1000 mg.L ⁻¹ CRT + 0,1% Tween 80	1,84	4,08
60 mg.L ⁻¹ APA	4,77	1,15
60 mg.L ⁻¹ APA + 0,1% Tween 80	3,99	1,93

APA = ácido peracético CRT = Cloro residual total.

Na Tabela 2 observa-se a ação positiva do surfactante na redução da população dos microrganismos na superfície do melão. Este fato pode ser atribuído à capacidade do surfactante reduzir a tensão superficial da solução sanitizante, facilitando a interação do ácido hipocloroso com a superfície do fruto. Uma pesquisa avaliou a eficiência de 1000 mg.L⁻¹ de CRT, preparado a partir de hipoclorito de sódio, em pH 6,5, durante 2 min. sobre *Listeria monocytogenes* (10⁸ UFC/mL) inoculada em melão *Cantaloupe* aderida em 0, 1, 3, 5, 9 e 15 dias a 4°C. Os resultados mostraram que a solução sanitizante reduziu o número de *L. monocytogenes* aderida após 1, 5 e 15 dias a valores abaixo de 2 UFC.cm⁻². A redução de bactérias mesófilas e fungos filamentosos e leveduras após 24 horas, foi de 3 e 1,5 ciclos log respectivamente. Após 5 e 15 dias de armazenamento, a população destes microrganismos não foi reduzida completamente (UKUKU e FETT, 2002).

Rodgers et al. (2004) avaliaram o efeito de uma solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L⁻¹ na redução de mesófilos aeróbios na superfície de melões *Cantaloupe*. Após a sanitização, a contagem de mesófilos aeróbios foi determinada nos tempos 0 e 5 minutos e até no 9º dia. A população encontrada destes microrganismos foi de 6,5 e 2,8 log UFC/g para os tempos 0 e 5 minutos e de 5,3 log UFC/g para o nono dia.

Em algumas situações os surfactantes apresentam efeitos antagonistas, eles podem diminuir o efeito antimicrobiano do cloro e atuar parcialmente na neutralização do efeito do sanitizante. Entretanto estes compostos, têm a função de aumentar o poder de penetração destes compostos, principalmente em frutas com superfícies rugosas e alta hidrofobicidade como o melão *Cantaloupe*. Os surfactantes são recomendados em baixas concentrações, pois quando utilizados em maiores concentrações podem conferir ao produto inaceitáveis características sensoriais, como resíduos e odor ao produto, perda de textura e descoloração.

A eficiência de sanitizantes na remoção de microrganismos da superfície das frutas também pode ser aumentada com a lavagem prévia das mesmas com água corrente. Wisniewsky et al. (2000), avaliando o efeito da lavagem com água frente a outros sanitizantes em maçãs inoculadas com *E. coli* O157:H7 (1,4 x 10⁸ UFC/mL), concluíram que a lavagem com água por 5 minutos, resultou numa redução de 2 ciclos log (1,5 x 10⁶ UFC/mL). Esta redução foi atribuída à remoção física da bactéria da superfície da maçã.

Nascimento et al. (2003) relatam que uvas lavadas previamente com água corrente apresentaram reduções de 1,03, 0,86 e 0,27 ciclos log na população de aeróbios mesófilos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais.

Muitos trabalhos têm sido realizados para avaliar a eficiência de sanitizantes e outros agentes químicos. Em geral alcançam-se reduções em relação ao controle, mas dependendo do microrganismo que se quer reduzir, estas não são suficientes para tornar o alimento seguro, assim é necessário que estudos sejam constantemente realizados a fim de encontrar meios eficientes de sanitização para os mais diversos problemas de segurança que vêm surgindo, principalmente com frutas frescas ou destinadas ao processamento mínimo. O nível de redução da população microbiana relacionada com o processo de sanitização, depende do composto, concentração da solução, tempo de exposição, temperatura da solução e tipo de microrganismo.

A ação do ácido peracético (APA) na sanitização da superfície de frutas têm sido pouco relatado. Entretanto, Cherry (1999) relata que o APA a 60 mg.L⁻¹, em pH igual a 6 reduziu 2 ciclos log o número de bactérias mesofílicas em frutas e hortaliças minimamente processadas. Estudos realizados por Hilgren e Salverda (2000) avaliaram a eficiência do APA e da mistura do APA com um antimicrobiano – ácido octanóico, numa concentração de 80 mg.L⁻¹, na água de preparo de batatas, aipo e repolho minimamente processados, visando a redução de fungos filamentosos e leveduras. Os resultados mostraram que aipo e repolho tratados com a mistura apresentaram níveis mais baixos de contagem de mesófilos do que tratados somente com APA. Para batatas, as contagens após o uso do APA adicionado do ácido orgânico não apresentaram diferença significativa. A combinação APA mais ácido octanóico foi mais eficiente para reduzir a população de fungos filamentosos e leveduras nas hortaliças estudadas quando comparado a forma não combinada do APA. Nascimento et al. (2003) utilizaram APA a 80 mg.L⁻¹ na sanitização de uvas promovendo reduções de aproximadamente 2,18, 2,22 e 0,67 ciclos log na população de aeróbios mesófilos, fungos filamentosos e leveduras e coliformes totais. Rodgers et al. (2004) avaliando o número de sobreviventes de mesófilos aeróbios na superfície de melões *Cantaloupe*, sanitizados com APA 80 mg.L⁻¹ por 0 e 5 minutos, encontram uma contagem de 6,4 e 2 log UFC/g

respectivamente, com 9 dias de armazenamento dos frutos à 4°C esta contagem foi de 4,9 log UFC/g.

A presença de coliformes a 35°C não foi detectada quando a superfície de melão *Cantaloupe* foi tratada com 200 mg.L⁻¹ com surfactante, 500 e 1000 mg.L⁻¹ adicionado ou não do surfactante e com ácido peracético. A presença de coliformes a 45°C foi confirmada somente no tratamento controle, em uma das três repetições experimentais.

Estes resultados mostram que o tratamento foi eficiente para estes microrganismos e que as condições ambientais, tais como solo, água de irrigação, manuseio dos trabalhadores, estavam com padrões sanitários satisfatórios, implicando assim diretamente na qualidade do produto.

3.2. Efeito das soluções sanitizantes de 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica com e sem surfactante na remoção da *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076)

3.2.1. Tratamento de eliminação da flora endógena do melão *Cantaloupe*

Para avaliação da eficiência das soluções de cloramina orgânica a 1000 mg.L⁻¹ com e sem surfactante na remoção de *Salmonella enteritidis*, foi realizada uma descontaminação inicial da superfície do melão com solução de álcool a 70% seguido de radiação ultravioleta durante 10 minutos, visando a redução da flora endógena da superfície. A contagem de mesófilos aeróbios totais foi analisada em melões controle (lavagem com água corrente) e melões tratados com álcool 70%. A redução dos microrganismos dos melões tratados em relação ao controle foi de 3 ciclos log, variou de 7,4 a 4,2 log UFC/g. A importância da descontaminação inicial é reduzir a flora competidora, quando for realizada a inoculação de *Salmonella enteritidis* (ATCC 13706), entretanto a redução alcançada não eliminou totalmente a flora endógena.

Em um trabalho de descontaminação da superfície de maçãs e tomates inoculados com *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* com radiação UV, Yaun et. al (2004) reportaram que a aplicação de 24 mW/cm² reduziu em 3,3 ciclos log a população de *E. coli* em maçãs e de 2,9 ciclos log de *Salmonella* sp. em tomates.

As frutas carregam aproximadamente 10^9 UFC/g do campo e a lavagem com água corrente reduz em pelo menos 1 ciclo log. Rodgers et al (2004), avaliando a eficiência da lavagem com água corrente por 5 min na remoção de *Listeria monocytogenes* e *E. coli* O157:H7 das superfícies de melões *Cantaloupe*, reportaram uma redução de aproximadamente 0,9 e 0,8 ciclos log respectivamente em relação à população inicial destes microrganismos.

Em relação às barreiras utilizadas neste trabalho, desinfecção da fruta com álcool 70% e radiação UV, pode-se afirmar que as mesmas são recomendadas para reduzir a carga microbiana superficial de produtos alimentícios e outras, entretanto estes métodos não garantem esterilização. Rotem et. al. (1985), apud Ippolito e Nigro (2000), relata que a exposição de esporos da superfícies de folhas, diretamente na UV, tiveram sua longevidade reduzida. O álcool 70% é um agente bactericida e pode ser uma alternativa para otimizar a redução da flora endógena da superfície de frutas.

Em trabalho realizado para avaliar o comportamento da *Listeria monocytogenes* na superfície de melões *Cantaloupe*, os frutos foram inicialmente tratados com álcool 70% por 1 minuto, para eliminar a flora competitiva do mesmo, facilitando assim o processo de adesão do microrganismo. Neste trabalho, a redução da população de mesófilos totais foi de aproximadamente 1 ciclo log comparado como os frutos controle. Para a população de fungos filamentosos e leveduras a redução foi de 0,6 ciclos log em relação ao controle. Para os melões tratados com álcool 70% a adesão do microrganismo em estudo foi maior que os não tratados (UKUKU e FETT, 2002).

Em nosso trabalho a redução da flora competitiva foi também alcançada, através dos tratamentos combinados aqui utilizados, e estes parecem ter favorecido o mecanismo de adesão do microrganismo. Este mecanismo de adesão ainda não é bem esclarecido, porém vários trabalhos relatam que no momento em que a flora competitiva é eliminada, o número de sites microbianos na superfície aumenta, favorecendo a adesão. A utilização dos tratamentos combinados para este tipo de descontaminação, depende de fatores como carga inicial da superfície, tipo potencial de microrganismo presente e tempo de aplicação.

3.2.2. Efeito dos tratamentos sanitizantes de 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica com e sem surfactante na remoção da *Salmonella enteritidis*

O inóculo inicial de *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) foi de 7,0 log UFC/g. A Figura 1 mostra que as adesões microbianas no melão imerso em água, contendo o inóculo, por 10 minutos e avaliada após 1 hora sob temperatura de 25°C e 24 horas sob 5°C foram de 3,0 log e 3,5 log UFC/g, respectivamente. Frutos tratados com 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total preparado a partir de cloramina orgânica com surfactante nos tempos 1 e 24 horas apresentaram reduções de 1,35 (2,56 log UFC/g) e 1,37 (2,44 log UFC/g) ciclos log, respectivamente. Para os mesmos tempos e concentração do sanitizante sem adição de surfactante, os frutos apresentaram reduções de 0,45 (1,66 log UFC/g) e 0,72 (1,79 log UFC/g) ciclos log na população do microrganismo. Constatase pelos resultados que a adição do Tween 80 aumentou consideravelmente a eficiência da solução clorada sobre a *Salmonella enteritidis* aderida à superfícies do melão *Cantaloupe*. Isto deveu-se ao fato de que o surfactante reduziu a tensão superficial da solução sanitizante, favorecendo a molhabilidade da superfície do melão, permitindo o melhor contato entre o agente químico e o microrganismo.

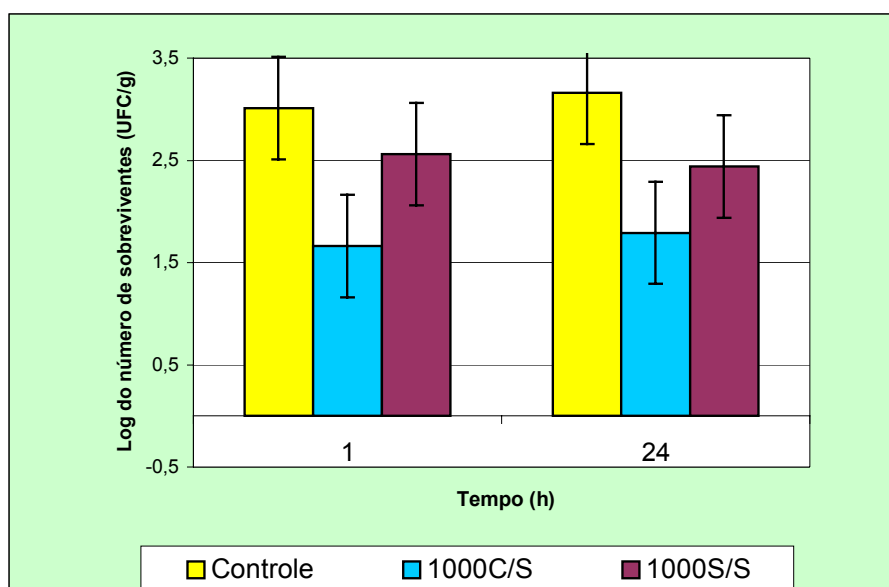


Figura 1 – Ação de soluções de 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total, pH 6,5, temperatura de 15°C, preparadas a partir de cloramina orgânica sobre *Salmonella enteritidis* aderida à superfície de melão *Cantaloupe*.

Os resultados mostram, ainda, que a *Salmonella enteritidis* é capaz de aderir às superfícies de *Cantaloupe*. Neste experimento, em apenas 10 minutos ocorreu a adesão de 1 microrganismo para cada 10000 em suspensão. Em condições de campo, em que o tempo de contato da fruta com o solo é muito maior, há grande possibilidade da ocorrência de um maior nível de adesão deste microrganismo. Trabalhos realizados por Ukuku e Fett (2002) mostraram que *Salmonella* sp foi o microrganismo que teve maior força de adesão, quando comparado à *E. coli* (O157:H7 ou não), e *Listeria* sp. sobre superfícies de melões *Cantaloupe*. Os autores relataram ainda a importância da relação da carga superficial da célula e hidrofobicidade na força de adesão destes patógenos.

Ukuku e Fett (2002), avaliaram a eficácia de hipoclorito de sódio (1000 mg.L⁻¹ / 2 min / pH 6,5) e peróxido de hidrogênio (5% / 2 min) em melões *Cantaloupe* inoculados com *Listeria monocytogenes* (10⁸ UFC/mL) em 0, 1, 3, 6, 9 e 15 dias a 4°C. Nos dois tratamentos com 24 horas houve uma redução na população do microrganismo abaixo do nível de detecção (2 UFC / cm²). Com 5 e 15 dias de inoculação a população de *L. monocytogenes* continuou a níveis abaixo da detecção (2 UFC / cm²).

A eficácia microbiana dos tratamentos sanitizantes aplicados às superfícies de frutas e principalmente de melões *Cantaloupe* tem sido relatada por outros estudos. Ukuku, Pilizota e Sapers (2001) afirmaram que hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio não foram eficientes na redução de *Salmonella stanley* e *E. coli* na superfície de melão *Cantaloupe* após 3 ou mais dias de armazenamento a 4°C.

Em nossos estudos observou-se que, após a adesão da *Salmonella enteritidis* em 10 minutos, não ocorreu um crescimento relevante entre os tempos de 1 e 24 horas. Isto pode ser atribuído à temperatura de armazenamento de 5°C utilizada neste experimento. No entanto, em condições com temperaturas maiores como pode ocorrer nos locais de plantio, transporte, *packinghouses*, e comercialização existem possibilidades do crescimento da *Salmonella enteritidis*. Resultado semelhante foi obtido por Liao e Sapers (2000) que avaliaram o crescimento de *Salmonella chester* em maçãs. Estes autores constataram o crescimento do microrganismo a 20°C mas, não a 8°C em 24 horas de armazenamento.

Estes resultados sugerem que a condição de adesão dos microrganismos deve ser controlada, pois na maioria das vezes os frutos após a colheita já carregam microrganismos deterioradores e patogênicos. Estes frutos são acondicionados geralmente em temperaturas mais baixas, como as de refrigeração, que podem minimizar as taxas de crescimento dos microrganismos, mas não a formação dos biofilmes. Este, então podem reduzir a eficiência dos tratamentos sanitizantes, comprometendo assim a segurança do produto sob o ponto de vista da qualidade e saúde pública.

A segurança de melões, consumidos em forma de produtos minimamente processados ou de frutas *in natura*, pode ser alcançada através de tratamentos de sanitização eficientes, dentre outras técnicas de segurança, pois microrganismos tais como *Salmonella*, *E. coli* e *Listeria* podem sobreviver por vários dias e contaminar estes produtos no momento do descasque e corte.

A sobrevivência de *Listeria innocua*, *Salmonella salford* e *Escherichia coli*, em superfície de bananas, maracujás, melões *Cantaloupe* e *Honeydew* foi avaliada, após a imersão das mesmas em soluções com dois níveis de inóculo. As frutas foram armazenadas em temperaturas inferiores ($4 \pm 2^{\circ}\text{C}$) de armazenamento e de regimes normais de distribuição. Das frutas estudadas, apenas o *Cantaloupe* apresentou aumento na contagem de *L. innocua*, após os sete dias de armazenamento a 8°C . Entretanto quando as frutas foram imersas em inóculos maiores e receberam uma lavagem com água, o maior nível de sobrevivência, pode ser observado com a *S. salford*, em superfícies de bananas e *Cantaloupe*. Os autores atribuíram, este resultado, à temperatura de armazenamento das bananas (18°C) e a rugosidade da superfície no caso do *Cantaloupe*. *E. coli* apresentou-se mais sensível às condições ambientais, mas foi também detectada em *Cantaloupe* após o tempo de armazenamento estabelecido (BEHRSING et al., 2003).

Os resultados alcançados nos nossos estudos estão de acordo com outros trabalhos relatados na literatura. O que se observa é que a superfície do melão *Cantaloupe* que se apresenta de forma rendilhada é um fator que favorece a adesão de microrganismos, dificultando assim a ação dos sanitizantes. Neste sentido, microrganismos patogênicos como *Salmonella* têm sido um problema constante. Este patógeno tem sido veiculado por frutas, principalmente melões *Cantaloupe* e tem sido responsável por vários surtos nos Estados Unidos e Canadá (HEALTH CANADÁ, 1999). Em todos os casos,

relatados dos surtos nos EUA, as pessoas consumiram melões inteiros, pré-cortados e em saladas (CDC, 2002).

Aliado aos tratamentos de sanitização, sugere-se no caso de melão *Cantaloupe*, que seja importante prevenir a contaminação durante a produção e manuseio pós-colheita, pois quando o fruto já encontra-se contaminado, somente o armazenamento à temperatura de refrigeração não garante a redução da flora bacteriana endógena. Estas recomendações sugerem que sistemas de qualidade e segurança como as boas práticas agrícolas, boas práticas de fabricação e de análises de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), sejam necessários na redução destes riscos, principalmente em sistemas de alimentação que produzem, manuseiam e processam melões *Cantaloupe*.

4. CONCLUSÕES

- Os sanitizantes de cloramina orgânica e ácido peracético, nas concentrações utilizadas, adicionados ou não de Tween 80 reduziram a população de mesófilos, coliformes a 35° e 45°C em todos os tratamentos.
- As soluções sanitizantes com 0,1% de Tween 80 mostraram-se mais eficientes.
- A solução de cloro residual total de 1000 mg.L⁻¹ adicionada de surfactante, reduziu 1,35 e 1,37 ciclos log de *Salmonella enteritidis*, com 1 e 24 horas de adesão na superfície do melão *Cantaloupe*, respectivamente.
- A solução de cloro residual total de 1000 mg.L⁻¹ com surfactante foi a mais eficiente na redução de mesófilos aeróbios, coliformes e *Salmonella* da superfície do melão *Cantaloupe*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ-MALO, A . **Minimally Processed Fruits and Vegetables**. Fundamental Aspects and Applications. Na Aspen Publication. Maryland,360p.2000.

ANDRADE, N.J.; PINTO, C.L.O. **Higienização na Indústria de Alimentos**. Viçosa : Centro de Produções Técnicas, 96p. 1999.

BEHRING, J.; JAEGER, J.; HORLOCK, F.; KITA, N.; FRANZ, P.; PREMIER, R. Survival of *Listeria innocua*, *Salmonella salford* and *Escherichia coli* on the surface of fruit with inedible skins. **Postharvest Biology and Technology**, 29, 249-256, 2003.

BRACKETT, R. E. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. **Postharvest Biology and Technology**, . v.15, p.305-311. 1999.

CDC- **Center for Diseases Control and Prevention**. Multistate Outbreaks of *Salmonella* Serotype Poona Infections Associated with Eating Cantaloupe from México- United States and Canada, 2000-2002. V. 51(46). P.1044-1047. 2002.

CHERRY, J.P. Improving the safety of fresh produce with antimicrobial. **Food Technology**. v.53, n.11, p.54-59, 1999.

ECKERT , J.W.; OGAWA, J.M 1998 IN: Beuchat, L.R.; Ryu, Jee-Ryu.Produce **Handling and Processing Practices**. Emerging Infectious diseases, v.3, nº 4. Disponível em: <http://www.google.com.br/23/06/2002>.

FAVIER, G.I.; ESCUDERO, M.E.; VELÁZQUEZ, L.; GUZMAN, A. M.S. Reduction of *Yersinia enterocolitica* and mesophilic aerobic bacteria in egg-shell by washing with surfactants and their effect on the shell microstructure. **Food microbiology**, 17, 73-81. 2000.

FDA. Secondary Direct Food Additives Permitted In food For Human Consumption. Code of Federal Regulations . **Title21 – Foods na Drugs**. Volume 3. Revised in april-2002. Part 173 . Section 173.315. 2000. Disponível em: <http://www.accessdata.fda.gov/>

HEALTH CANADA, An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infection associated with unpasteurized non-commercial, custom-pressed apple cider- Ontário 1998. **Dis. Rep.**, v.25, p 13. 1999.

HILGREN, J.D.; SALVERDA, J.A . Antimicrobial Efficacy of a Peroxyacetic/octanoic Acid Mixture in Fresh- Cut- vegetables Process Waters. **Journal of Food Science**. v.65. n.8. p.1376-1379.2000.

IFPA- International Fresh-cut Produce Association. **Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry**. Fourth edition. 213p. 2001.

LIAO, CHING-HSING.; SAPERS, G. M. Attachment and Growth of *Salmonella* Chester on Apple Fruits and In Vivo Response of Attached Bacteria to Sanitizer Treatments. **Journal of Food Protection**. v.65. n. 7. p.876-883. 2000.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N.; CATANOZI, M. P. L. M.; SILVA, K. M. Avaliação comparativa de diferentes desinfetantes na sanitização de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, 6:63-68, 2003.

RODGERS, S.L.; CASH, J.N.; SIDDIQ, M.; RYSER, E.T. A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on Apples, Lettuce, Strawberries, and Cantaloupe. **Journal of Food Protection**, v.67, n°4, pages 721-731. 2004.

ROTEM, J.; WOODING, B.; AYLOR, D. E. The role of solar radiation, especially ultraviolet, in the mortality of fungal spores, 1985. Apud: Impact of preharvest application of biological control agents on posharvest diseases of fresh fruits and vegetables. **Crop protection**, 19.715-723, 2000.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L.; PILIZOTA, V.; MATARAZZO, A. M. Antimicrobial Treatments for Minimally Processed Cantaloupe Melon. **Journal of Food Science**. v.66, n.2. p.345 - 349. 2001.

SAS Institute . **SAS User's Guide: statistics eighth version**. Cary, USA Institute, 2003.

UKUKU, D.O .; FETT, W. Behavior of *Listeria monocytogenes* Inoculated n Cantaloupe Surfaces and Efficacy of Washing Treatments to Reduce Transfer from Rind to Fresh-Cut Pieces. **Journal of Food Protection**. v.65. n.6. p..924-930. 2002.

UKUKU, D.O.; FETT, W. Relationship of Cell Surface Charge and Hydrophobicity to Strength of Attachment of Bacteria to Cantaloupe Rind. **Journal of Food Protection**. v.65. n. 7. p.1093-1099. 2002.

UKUKU, D.O.; PILIZOTA, V.; SAPERS, G. M. Influence of washing treatments on native microflora and *Escherichia coli* O157:H7 of inoculated cantaloupes. **Journal Food Safety**. v.21. p. 382-385. 2001.

UKUKU, D.O.; SAPERS, G.M. Effect of sanitizer treatments on *Salmonella* Stanley attached to the surface of cantaloupe and cell transfer to fresh – cut tissues during cutting practices. **Journal of Food Protection**. v.64. n.9. p.1286-1291. 2001.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. (Ed). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: APHA, 1087 p, 1992.

WISNIEWSKY, M. A.; GLATZ, B.A.; GLEASON, M. L.; REITMEIER, C. A. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 counts on whole apples by treatment with sanitizers. **Journal of Food Protection**. v.63. n.6. p.703-708. 2000.

YAUN, B. R.; SUMNER, S. S.; EIFERT, J. D.; MARCY, J. E. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. **International Journal of Food Microbiology**, 90, 1 – 8. 2004.

ZHANG, S.; FARBER, J. M. The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. **Food Microbiology**, 13, 311-321. 1996.

CAPÍTULO II

QUALIDADE E SEGURANÇA DE MELÃO *CANTALOUPE* 'Hy-Mark' MINIMAMENTE PROCESSADO E ARMAZENADO EM DIFERENTES EMBALAGENS

1. INTRODUÇÃO

Frutas minimamente processadas como melões *Cantaloupe*, mangas, melancias e outras estão ocupando espaços relevantes no segmento de lojas de conveniências, supermercados e outros estabelecimentos de comercialização de alimentos.

Dentre os aspectos de segurança e qualidade que devem ser atendidos na cadeia produtiva de frutas minimamente processadas, as embalagens têm sido uma preocupação constante entre beneficiadores. Nos últimos anos, segundo Vermeiren et al. (1999), diferentes conceitos sobre embalagens de alimentos têm sido introduzidos, levando-se em conta o aumento da demanda por produtos que apresentam aparência de frescos e sejam seguros. As embalagens tradicionais são limitadas no que se refere à capacidade de aumentar a vida-de-prateleira dos produtos alimentícios.

A especificação de embalagens para frutas e hortaliças minimamente processadas requer a otimização de parâmetros físicos, bioquímicos, ambientais e químicos. Dentre os parâmetros físicos devem ser considerados a área superficial da embalagem em relação ao peso de produto, o volume do espaço – livre no interior da embalagem e suas características de permeabilidade aos gases e ao vapor d'água. A injeção de gases na embalagem e adição de absorvedores, com a finalidade de reduzir os conteúdos de etileno, CO₂, O₂ e vapor d'água, também são fatores físicos a serem otimizados. Estas especificações devem estar associadas às características dos produtos, como variedade, grau de maturação, comportamento fisiológico, tamanho e peso. Em relação aos fatores ambientais, destacam-se temperatura, luz, severidade do pré - processamento e o stress mecânico, decorrente do manuseio e transporte (SARANTOPÓULOS , OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Muitos tipos de embalagens plásticas são utilizadas no mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas, a exemplo: filmes monocamadas de polietileno (PE), polipropileno (PP), misturas de polietileno e copolímero de etileno e acetato de vinila e laminados de diversos materiais plásticos. Destes, são requeridos permeabilidade a gases apropriada para uso em atmosfera modificada, resistência ao rasgo e à perfuração e boas características de impressão. Para muitos produtos pré-cortados, embalagem com atmosfera modificada é necessário para armazenagem à baixa temperatura, sendo uma das barreiras para reduzir as taxas de deterioração. Além disso, os filmes plásticos também reduzem a perda de água das superfícies cortadas (SARANTOPÓULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Durante o armazenamento, uma atmosfera de equilíbrio, diferente do ar, tende a se estabelecer, em função de um equilíbrio entre a permeação de gases através da embalagem do produto. Este fenômeno é conhecido como modificação passiva da atmosfera no interior da embalagem. Já a modificação ativa se dá quando a atmosfera é alterada, por meio da injeção de uma mistura gasosa adequada, pouco antes do fechamento da embalagem, assim o equilíbrio dos gases é atingido imediatamente e se mantém pelo controle da embalagem (SARANTOPÓULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Geralmente frutos e vegetais minimamente processados são embalados em sacolas plásticas ou recipientes envolvidos com filmes, os quais criam uma atmosfera modificada com o produto (BAI et al., 2001). Os filmes poliméricos são os mais comuns nas embalagens ou na composição das mesmas, quando se trata de frutas minimamente processadas.

O Poli (cloreto de vinila) (PVC) é um filme polimérico, com alta taxa de permeabilidade ao O₂ e CO₂, barreira ao vapor d'água e boas características de termossoldagem (ROBERTSON, 1992). O filme de PVC, entre outras utilidades, tem sido recomendado para embalagens de frutas *in natura*, sendo estas apresentadas como sacolas e revestimentos de bandejas de poliestireno expandido. O filme de PVC é autorizado para entrar em contato com alimentos, de acordo com a Resolução nº 105/99 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1999) que faz referência às disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com Alimentos.

O Polietileno tereftalato (PET), o mais importante membro da família dos poliésteres, é barreira ao vapor d'água e apresenta permeabilidade mais baixa

ao oxigênio, em relação ao filme de PVC (SARANTOPÓULOS , OLIVEIRA e CANAVESI, 2001). De acordo com Robertson (1992), este poliéster tem excelente resistência química, elasticidade e estabilidade a uma grande faixa de temperatura (-60 a 220°C). Para frutas minimamente processadas, estas embalagens são apresentadas em formas de potes, caixas e bandejas.

Os melões *Cantaloupe* apresentam padrão climatérico de respiração e a escolha da embalagem e da temperatura de armazenamento é um fator importante na manutenção da qualidade e segurança quando os mesmos são minimamente processados. No caso desta variedade de melão, que apresenta pH é acima de 4,5, o sistema de embalagem deve oferecer uma atmosfera ideal para minimizar o desenvolvimento de patógenos. Portanto, o tipo de embalagem é importante na qualidade e segurança do produto, que deve ser aliada aos procedimentos de boas práticas de fabricação.

O objetivo deste capítulo foi avaliar três tipos de sistemas de embalagens com atmosfera modificada passiva (MAP), na qualidade e segurança de melões minimamente processados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Os frutos utilizados neste experimento foram melões *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L.), híbrido 'Hy-Mark' e estes foram cedidos pela Embrapa Agroindústria Tropical. A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã, em plantio comercial na região do Agropolo Mossoró – Açu – RN. As características determinantes para seleção durante a colheita foram a camada de abscisão do pedúnculo, coloração esverdeada e uniformidade de tamanho. Os frutos foram transportados via aérea para Belo Horizonte, Minas Gerais, seguindo em transporte terrestre para a Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

2.2. Processamento mínimo do melão *Cantaloupe*

O processamento mínimo dos melões foi realizado nas instalações do Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFV. Os frutos previamente selecionados foram submetidos inicialmente a uma lavagem com água corrente, para a retirada de sujidades provenientes do campo. Após esta etapa, os frutos foram sanitizados por imersão em tanques, contendo uma solução de 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total (CRT), adicionada de 0,1% de Tween 80 por 10 minutos à temperatura de 15°C, sendo o pH ajustado para 6,5. Os frutos foram então descascados, e, após a retirada das sementes, cubetados manualmente. Em seguida, os cubos foram submetidos a um enxágüe com 5 mg.L⁻¹ de CRT por 1 minuto à temperatura de 15°C, e pH ajustado para 6,5. Os utensílios (facas, colheres, bandejas e tábuas) utilizados para o processamento mínimo foram sanitizados em solução com 200 mg.L⁻¹ de CRT. A temperatura ambiente de processamento foi controlada entre 18 e 20°C.

2.3. Acondicionamento do melão minimamente processado (MMP) nas embalagens

Foram usados três sistemas de embalagens em atmosfera modificada passiva. Antes da utilização das embalagens, as mesmas foram submetidas à exposição em luz ultra-violeta de 15 W, por 30 minutos em uma câmara de biossegurança. Os frutos minimamente processados foram distribuídos em quantidades iguais em: 1) Bandejas de poliestireno expandido envolvidos com filmes de Poli (cloreto de vinila) (PVC) perfurado; 2) Bandejas de poliestireno (PS) expandido envolvido com filme PVC e 3) Caixas de Polietileno tereftalato (PET), com sachês de fibras de celulose no fundo da embalagem, envolvidas com PVC (Figuras 1, 2 e 3). Os MMP foram acondicionados nestas embalagens e armazenados em câmara a 5°C por 12 dias e avaliados nos dias 0, 4, 8, 12 dias de armazenamento quanto à sua qualidade físico-química e microbiológica.



Figura 1- Bandeja de Poliestireno expandido e filme de PVC perfurado.



Figura 2 - Bandeja de Poliestireno expandido e filme de PVC.



Figura 3 - Caixa de Polietileno Tereftalato e filme de PVC.

2.4. Determinação da permeabilidade das embalagens a Oxigênio (O₂)

As embalagens foram preparadas colocando-se dois pontos de silicone. Através destes septos, procedeu-se a coleta das amostras de gases. Após o preparo das mesmas, injetou-se nitrogênio por 15 minutos em cada uma delas e iniciou-se as análises do espaço livre a cada 15 minutos nos primeiros tempos e depois a cada uma hora. As amostras foram analisadas quanto ao teor de O₂ no analisador Mocon, sendo as medidas realizadas até alcançar o equilíbrio. Os dados da concentração de oxigênio foram plotados num gráfico versus o tempo, ajustando-se uma regressão à parte linear da curva. A taxa de permeabilidade a O₂ é dada pela declividade da regressão. O resultado foi expresso em mL O₂ / dia . embalagem.

2.5. Determinação de espessura das embalagens

Foi realizada com micrômetro manual (Mitutuyo), com 5 medidas para cada tipo de embalagem/filme e os resultados foram expressos em μm .

2.6. Avaliações

Para cada tratamento (tipos de embalagens), o produto foi avaliado em 4 tempos (0, 4, 8 e 12 dias) quanto ao:

a) Potencial hidrogeniônico – pH

O pH foi determinado no suco extraído de amostras maceradas, utilizando-se um potenciômetro digital marca DM 20 da Digimed., calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0.

b) Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor SST foi determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro manual marca Atago modelo N-50E, à temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em °Brix.

c) Acidez titulável

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulometria, utilizando-se 10 g de amostra. A titulação foi feita com uma solução de NaOH 1 N, segundo a técnica descrita por AOAC (1994), e fenolftaleína (1%) como indicador, sendo o resultado expresso em % de ácido cítrico.

d) Cor

A cor foi determinada por meio de leitura direta de reflectância das coordenadas “L”, “a” e “b”, empregando a escala Hunter-Lab em colorímetro ColorQuest II de Hunter. Valores numéricos de a^* e b^* foram convertidos em ângulo Hue e croma pelas fórmulas $H^0 = \tan^{-1} b^* / a^*$ e $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ respectivamente.

e) Firmeza

Foi determinada em texturômetro (Stable Micro Systems) modelo TAXT2i), com probe de 5mm. Foram utilizados nove cubos para cada repetição e o resultado da força máxima requerida foi expresso em Newton (N).

2.7. Análises microbiológicas

2.7.1. Contagem de aeróbios mesófilos, Psicotróficos, Fungos filamentosos e leveduras, *Salmonella sp.* e grupo coliformes

Vinte e cinco gramas de MMP foram misturados em 225 mL de água peptonada a 0,1 % w/v em um homogeneizador (Warning) na velocidade 3 por dois minutos. Um mililitro das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , foram plaqueados em Plate Count Ágar (PCA-Merck) e incubados a 35°C por 48 horas e 7°C por 10 dias para contagem de aeróbios mesófilos e psicotróficos respectivamente. Para contagem de fungos filamentosos e leveduras, um mililitro das diluições 10^{-2} e 10^{-3} , foram plaqueados em Ágar Batata Dextrose – acidificado (BDA-Merck) e incubados a 25°C por 5 dias. Para *Salmonella sp.* seguiu-se a metodologia recomendada por Vanderzant & Splittstoesser (1992). Para

coliformes, 0,1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram plaqueados em Violet Red Bile Ágar (VRB-Merck) e incubado a 35°C por 24 horas. Colônias típicas do microrganismo foram confirmadas em Caldo Bile Verde Brilhante a 35°C por 24 a 48 horas. Tubos que apresentaram a formação de gás foram selecionados e inoculados em caldo EC a 45°C for 24 – 48 horas.

2.8. Delineamento experimental

O experimento foi realizado segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com dois tipos de embalagens nas parcelas e tempo de armazenamento (0, 4, 8 e 12 dias) nas subparcelas, em 3 repetições. O efeito do tempo de armazenamento sobre os indicadores de qualidade foi analisado por meio de regressão. Utilizou-se o programa SAS versão 8 (2003), licenciado para uso na UFV, para análise estatística dos dados coletados .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Permeabilidade a oxigênio (O₂) e espessura das embalagens

Os valores da permeabilidade a O₂ das embalagens e suas respectivas espessuras estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de permeabilidade a O₂ e espessura para os materiais de embalagens (Filme de PVC e PET)

Tipo de Embalagem	Permeabilidade (ml O ₂ / dia)	Espessura (µm)
Filme de PVC	28,1	10
PET	16,4	940

PVC – Poli (cloreto de vinila)

PET – Polietileno Tereftalato

De acordo com a Tabela 1, a embalagem de bandeja de poliestireno expandido com filme PVC, apresentou maior permeabilidade a O₂ e menor espessura.

Neste experimento o produto acondicionado em bandejas de PS expandido envolvido com PVC perfurado (PVC), foi descartado das avaliações, por

apresentar contaminação de fungos filamentosos e leveduras na superfície, odor desagradável, perda de suco celular e amolecimento, no quarto dia de avaliação (segundo tempo). Tais alterações podem ser atribuídas à permeabilidade do filme (PVC perfurado), que proporcionou uma contaminação elevada de microrganismos no início do armazenamento, visto que o mesmo tem perfurações, aumentando assim a taxa de permeabilidade ao oxigênio. Face a esta condição, todos os resultados e discussões serão apresentados considerando apenas as embalagens 2 e 3.

3.2. Avaliações

3.2.1. Potencial hidrogeniônico - pH

Pela análise de variância (ANOVA), os valores de pH foram significativos apenas pela interação embalagem x tempo ($P < 0,05$). Assim estudou-se o efeito da embalagem em cada tempo através da análise de regressão. O comportamento do valor pH durante o tempo de armazenamento e a equação ajustada aos dados experimentais podem ser observados na Figura 4.

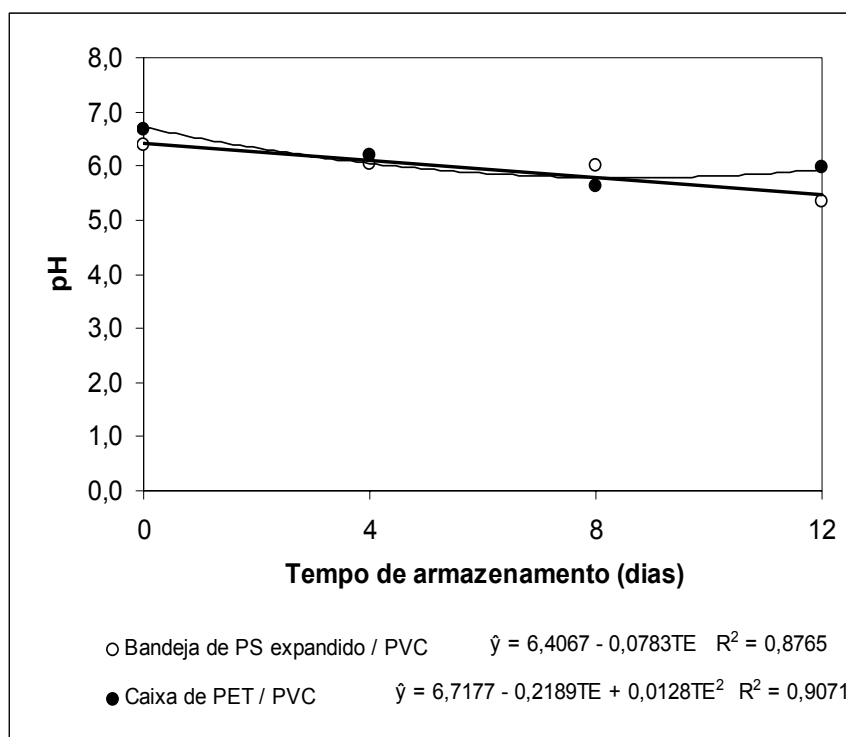


Figura 4 - Potencial hidrogeniônico (pH) do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

Observam-se pequenas variações do pH para os produtos acondicionados nas duas embalagens testadas. Para os MMP acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC o decréscimo do valor de pH, no final do armazenamento, foi de 15,8%, enquanto para os produtos acondicionados em caixas PET este valor foi de 10,6% em relação ao tempo zero. Estas variações podem ser decorrentes de início de processo de fermentação, ocasionado provavelmente pelo desenvolvimento de bactérias lácticas e leveduras.

A estabilidade nos níveis de pH em melões *Cantaloupe* pré-cortados acondicionados em baixa temperatura foram também demonstrados por Portella e Cantwell (1998). Lamikanra et al. (2000), também não observaram mudanças significativas nos teores de sólidos solúveis totais e pH de melões *Cantaloupe* minimamente processados armazenados a 4°C a 14 dias. Arruda (2002), avaliando melão rendilhado (*net-melon*) minimamente processado, em diversos tipos de embalagem sob atmosfera modificada passiva a 3°C, observou também que o pH permaneceu inalterado durante 9 dias.

O melão *Cantaloupe* apresenta valores de pH acima de 5, oferecendo condições para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores e patogênicos. No caso destes frutos, quando submetidos a processamento mínimo, a embalagem é um ponto de controle. Assim, a utilização de embalagens com sistemas de atmosfera passiva e ativa associadas à baixas temperaturas tem sido recomendada para estes produtos.

3.2.2. Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Pela ANOVA, o SST apresentou efeito significativo apenas em relação ao tempo ($P < 0,05$), que foi estudado através da regressão. O comportamento do valor de SST (°Brix) durante o tempo de armazenamento e a equação ajustada aos dados experimentais podem ser observados na Figura 5.

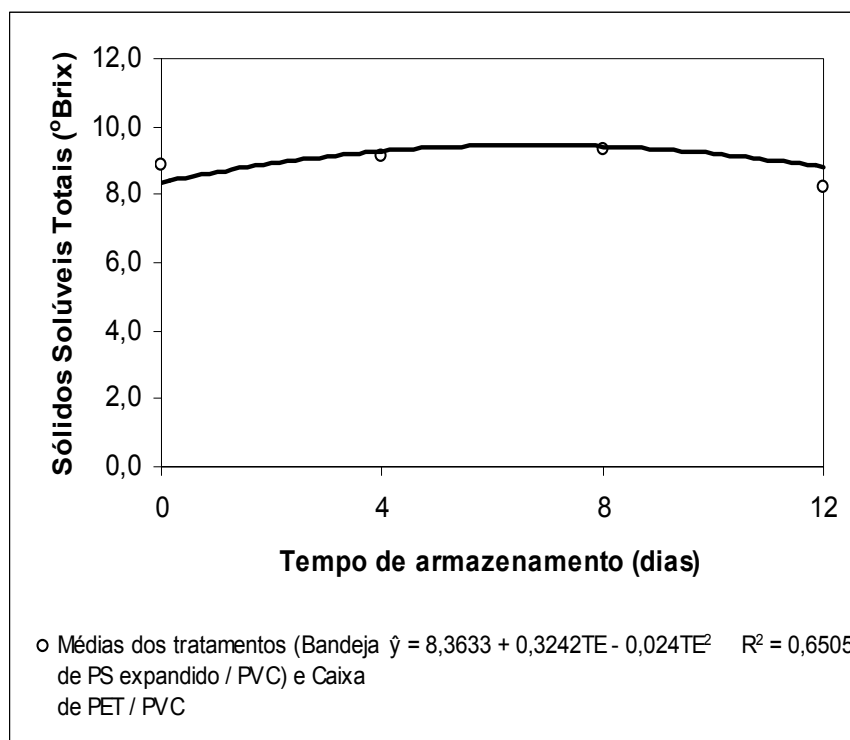


Figura 5 - Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST / °Brix) do melão minimamente processado acondicionado em embalagens poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

Os valores de SST para os dois tipos de embalagens permaneceram praticamente inalterados, podendo-se observar que no produto acondicionado em bandejas de PS expandido revestidas de PVC, houve um decréscimo na

ordem de 17% no valor do Brix , no 12º dia . O'Connor-Shaw et al. (1994) citam que, normalmente, não ocorrem alterações no teor de SST em hortaliças minimamente processadas, a menos que o metabolismo respiratório seja excessivamente alto, e ou, o crescimento microbiano seja elevado (FONSECA, et al., 2001). Os dados encontrados neste estudo estão de acordo com Lamikanra et al. (2000), em que melões *Cantaloupe* minimamente processados e armazenados a 4°C, apresentaram valores de SST praticamente inalterados durante o período de 5 dias. A queda deste valor no 12º dia para a embalagem de PS expandido e PVC pode ser atribuída ao aumento do metabolismo respiratório do fruto, que levou ao maior consumo de reservas de açúcares e ácidos.

3.2.3. Acidez titulável

Os valores de acidez apresentaram diferença significativa pela interação embalagem x tempo ($P < 0,05$). Assim, estudou-se o efeito do tempo por meio de regressão. O comportamento da acidez e as equações ajustadas aos dados experimentais podem ser observados na Figura 6.

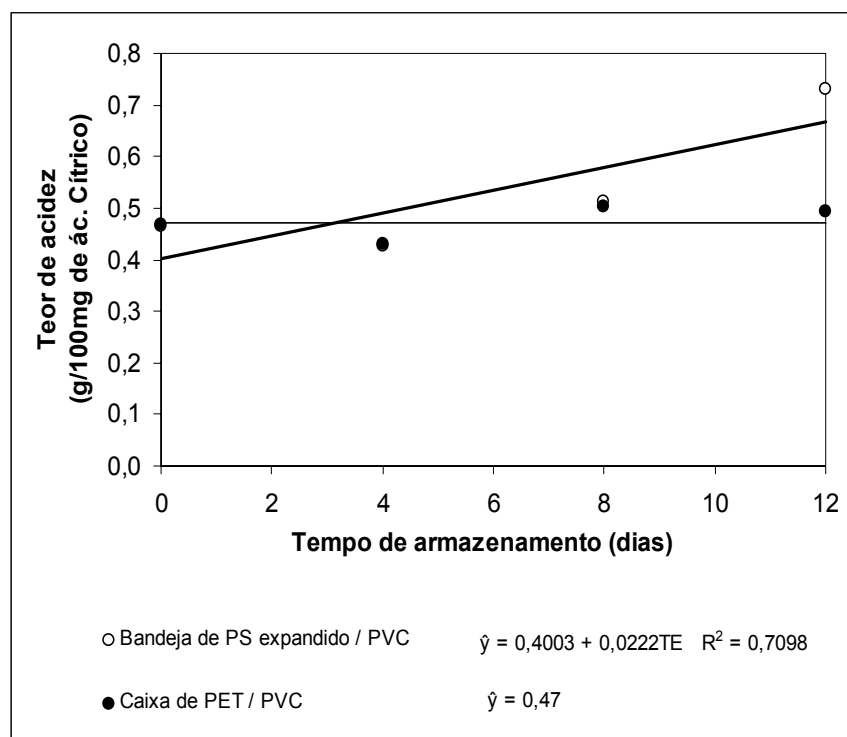


Figura 6 - Acidez titulável (teor de acidez) do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

Para os valores de acidez titulável não foram observadas mudanças significativas ao longo do período de armazenamento para os produtos acondicionados em caixas PET. Entretanto, pode-se ressaltar a variação encontrada para MMP, quando acondicionado na embalagem de bandejas de PS expandido revestida de PVC. O acréscimo de 0,46 para 0,75% foi observado no 12^a dia de armazenamento a 5°C . Este dado apresenta-se consistente com a tendência observada para pH e SST para o mesmo tempo de acondicionamento com esta embalagem. De acordo com Lamikanra et al. (2000), o ácido cítrico e málico são ácidos dominantes e estão presentes em todos os melões da espécie *Cucumis melo* L.. Entretanto, outros ácidos como succínico, malônico, fórmico e oxálico são encontrados em menor quantidade. O mesmo autor cita que estes frutos quando acondicionados em 4°C, não apresentam mudanças relevantes em seus ácidos orgânicos durante o período de armazenamento.

3.2.4. Cor : Luminosidade (L*), Valor a*, Cromo e Hue

3.2.4.1. Luminosidade (L*)

A luminosidade (L*) não diferiu significativamente em nenhum dos fatores estudados ($P > 0,05$).

O valor de L* permaneceu praticamente estável durante o tempo de armazenamento, apresentando uma média de 58,9 para as duas embalagens. O decréscimo no valor da luminosidade pode ser sinal de escurecimento, entretanto, visualmente nenhuma mudança de cor foi observada. O escurecimento de frutas minimamente processadas está associado à presença de enzimas tais como polifenoloxidase (PPO). Entretanto, em melões *Cantaloupe* existe baixo conteúdo destas enzimas, além de insignificantes níveis de compostos fenólicos, explicando assim a ausência de escurecimento nestes frutos (LAMIKANRA, 2002). O comportamento dos valores de L* encontrados nas embalagens PET, foram similares aos estudos realizados por Bai et al. (2001).

3.2.4.2. Valor de a*

Os valores de a* diferiram significativamente para as embalagens e o tempo ($P < 0,05$). O comportamento dos valores a* e as equações ajustadas aos dados experimentais podem ser observados na Figura 7.

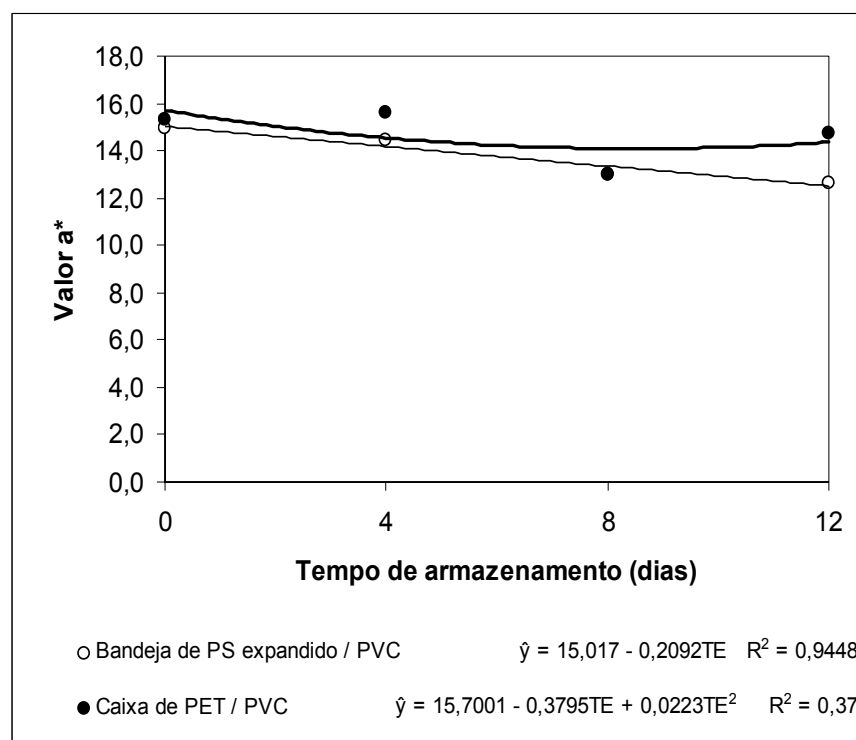


Figura 7 - Valores de a^* do melão minimamente processado acondicionado em embalagens poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

Os valores de a^* observados apresentaram ligeira queda nos MMP acondicionados nas bandejas de PS-PVC. Para as duas embalagens os MMP apresentaram valores positivos, indicando que os produtos mantiveram a cor característica do fruto (amarelo-alaranjado) durante o tempo de armazenamento. As variações ocorridas nos produtos acondicionados em embalagens PET - PVC não afetaram a cor dos produtos quando avaliados visualmente. Estas variações na cor são comuns em produtos de origem vegetal devido à variabilidade da própria matéria-prima.

3.2.4.3. Croma (Saturação)

Os valores de Croma (saturação) apresentaram diferença significativa para o tempo de armazenamento ($P < 0,05$), sendo este analisado por regressão. Os valores de croma e as equações ajustadas aos dados experimentais, podem ser observados na Figura 8.

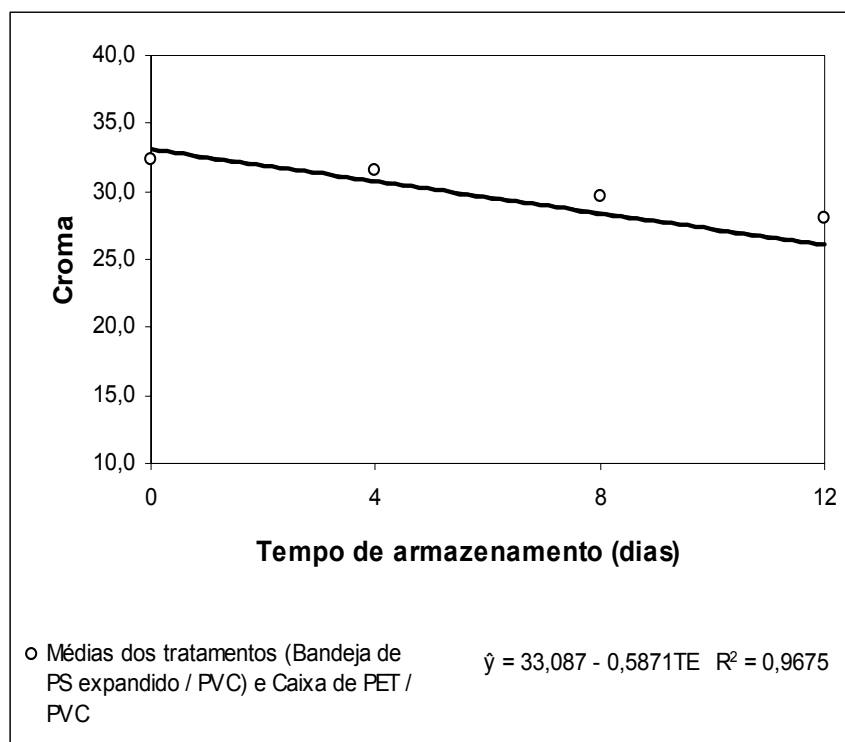


Figura 8 - Croma do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.

Embora, não existam diferenças entre as embalagens, foi observada uma redução do valor do croma em função do tempo (cor amarela menos acentuada). Estes sinais de descoloração podem também ser explicados pela ruptura dos tecidos e da parede celular, ou ainda pode ser indicativo da degradação de pigmentos. Esta tendência foi melhor observada no produto acondicionado em bandejas de PS expandido - PVC, possivelmente pela maior transparência do filme, possibilitando maior passagem da luz e ainda pela maior taxa de permeabilidade ao oxigênio desta embalagem. Estes resultados foram similares aos encontrados por Lamikanra et al. (2000) em melões *Cantaloupe* minimamente processados e acondicionados em sacolas de polietileno à 4 e 20°C.

3.2.4.4. Ângulo de tonalidade (Hue)

Os valores de Hue (ângulo de tonalidade) foram significativos ($P < 0,05$) em relação às embalagens testadas. A Figura 9 mostra o comportamento do ângulo de tonalidade e as equações ajustadas com dados experimentais em função das embalagens testadas.

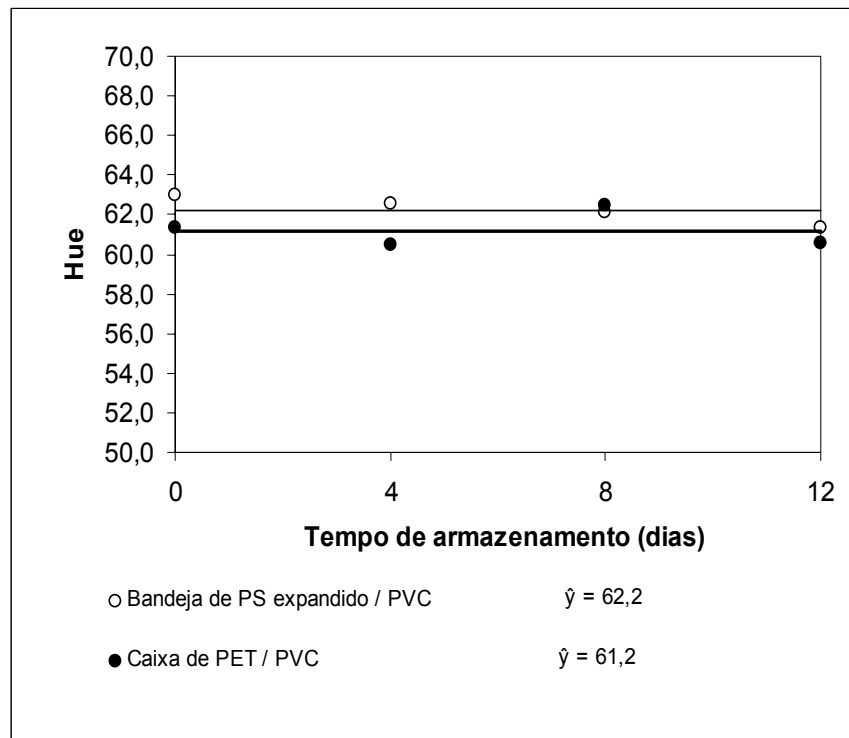


Figura 9 - Ângulo de tonalidade (Hue) do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de Poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de Polietileno Tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

Pequenas alterações foram observadas para os valores de Hue nas duas embalagens. O ângulo de tonalidade observado foi em média de 62°, que representa a cor característica do melão *Cantaloupe* (amarelo-alaranjado). Este valor está entre o ângulo 0° (tonalidade vermelha) e o ângulo de 90° (tonalidade amarela) (CHAUCA, 2000).

Em estudos realizados por Lamikanra e Watson (2000), citado por Lamikanra et al. (2000), melões *Cantaloupe* minimamente processados armazenados à 4° C, por 25 dias, apresentaram variações relevantes nos valores de Hue, croma e L*. Em relação às amostras acondicionadas em caixas de PET com PVC o ângulo Hue teve um aumento inexpressivo e o

croma manteve-se em queda. Atribuem-se estas variações à própria desuniformidade da matéria-prima, na qual a polpa pode apresentar tonalidade variada. E ainda à localização (parte basal, mediana e apical) da amostra.

3.2.5. Firmeza

A firmeza foi significativa ($P < 0,05$) apenas na interação embalagem x tempo. Assim estudou-se o efeito do tempo de armazenamento para cada tipo de embalagem, através da análise de regressão.

A Figura 10 mostra o comportamento da firmeza dos produtos nas embalagens testadas e as equações ajustadas aos dados experimentais.

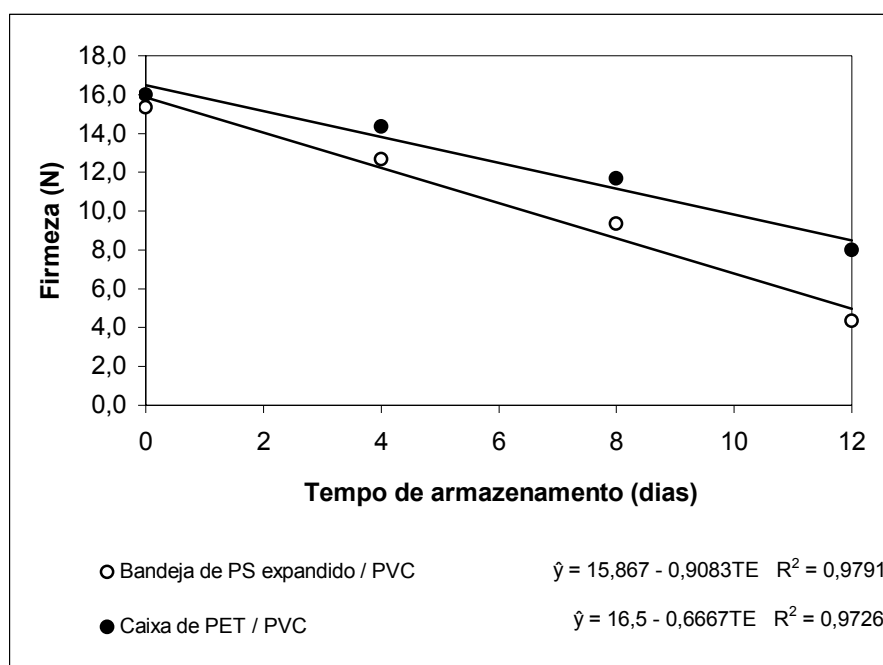


Figura 10 - Firmeza do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

Os produtos acondicionados em caixas PET apresentaram maior firmeza ao longo dos 12 dias de armazenamento. Pode-se atribuir este resultado às características de permeabilidade da mesma, visto que a embalagem de PET apresenta menor permeabilidade ao oxigênio (16,4 mL O₂ / dia . embalagem) e

maior espessura (940 μm). O comportamento dos gases (O_2 , CO_2 e C_2H_4) no interior da embalagem durante o tempo de armazenamento não foi avaliado.

Entretanto, neste caso, pode-se inferir que a respiração do produto e a produção de etileno foi menor na embalagem de PET e que estes fatores podem ter influenciado na firmeza final do MMP acondicionado nesta embalagem. Entretanto, para os MMP acondicionados nas bandejas de PS expandido revestido de PVC, a perda da firmeza ao longo do tempo pode ser justificado entre outros fatores à área de permeação de gases que é maior quando comprada à da caixa PET.

Poucos trabalhos têm sido relatados sobre diferentes embalagens na qualidade de melões minimamente processados. Entretanto, Arruda (2002), avaliando a textura de melões rendilhados (*net-melon*) minimamente processados durante 9 dias de armazenamento a 3°C e embalados em 6 diferentes filmes (AFG-anti fog $15\mu\text{m}$, HP- poliolefínico $15\mu\text{m}$; PD-900- poliolefínico $58\mu\text{m}$; PEBD- $87\mu\text{m}$; PP- $52\mu\text{m}$; BB-200-Filme de multicamada- $65\mu\text{m}$), e um tratamento com bandejas de PET, verificou que a textura não apresentou diferença significativa em nenhum dos tratamento testados. O uso de embalagens com atmosfera modificada com concentração de O_2 (4%) e de CO_2 (10%) estendem a vida de prateleira de melões *Cantaloupe* pré-cortados acima de 10 dias sem afetar a qualidade do produto, principalmente a textura (BAIJINHE, WATTADA e YUEN, 2002). Portella e Cantwell (1998), avaliando a textura de quatro variedades de melões *Honeydew* em atmosfera modificada (ar + 15% CO_2), armazenado à temperatura de 5°C , verificaram que nesta atmosfera houve queda da textura para os produtos .

A firmeza está relacionada às substâncias pécticas e uma das mudanças mais notórias que ocorrem durante o amolecimento de frutos e hortaliças é a progressiva solubilização e despolimerização destas substâncias (LAMIKANRA, 2002). As substâncias pécticas, quando em grande quantidade, conferem textura frágil aos frutos. As enzimas responsáveis por modificações na textura são denominadas de poligalacturonase (PG). Entretanto, Luo et al. (1996), relataram que o aumento da atividade da PG está relacionado com o aumento da produção de etileno no amolecimento do cultivar *muskmelon*.

Os valores para firmeza dos frutos são influenciados por variações ambientais e características de cultivares. No caso de melões *Cantaloupe*, a

firmeza da polpa fica em torno de 23N (VALE, 2000). Para o híbrido Hy-mark existem citações na faixa e de 30,17 a 34,20 N (ALMEIDA, 2002).

Os valores de firmeza encontrados neste experimento podem ser justificados pelo tempo decorrido entre a colheita e o processamento mínimo associado à temperatura de transporte, à ação de enzimas endógenas na degradação da parede celular ou ainda do crescimento de microrganismos.

3.3. Avaliações Microbiológicas

3.3.1. Contagem de mesófilos aeróbios

A contagem de mesófilos não foi significativa ($P>0,05$) para nenhuma das fontes de variação testadas e a média da população, para os tratamentos, foi de 3,62 log UFC/g.

Embora a análise de variância tenha apresentado efeito não significativo ($P>0,05$) para o desenvolvimento de mesófilos, os MMP acondicionados nas embalagens de bandejas com PS expandido e PVC apresentou uma contagem inicial de aproximadamente, 4 log UFC/g e esta continuou praticamente inalterada até o 8º dia, atingindo contagem na ordem de 5 log UFC/g no 12º dia. Nos produtos acondicionados em caixas PET com PVC esta contagem iniciou com 1,79 log UFC/g e no 12º dia esta contagem atingiu 4,59 log UFC/g. De acordo com a IFPA (2001), variações na população de mesófilos são comuns em produtos minimamente processados e não devem ser correlacionados pela aderência às boas práticas de fabricação. Neste estudo observou-se que os primeiros sinais de deterioração nos produtos acondicionados em algumas embalagens de PS expandido com PVC ocorreu a partir do 10º dia.

A presença de indicadores como a flora mesofílica em saladas e produtos minimamente processados têm sido utilizada para avaliar a vida de prateleira. Portela et al. (1997) relataram um aumento de $3,3 \times 10^4$ para $3,6 \times 10^6$ UFC/g na população de *Lactobacilli* em melões *Cantaloupe* pré-cortados após a armazenagem à 5°C por 12 dias. Bai, Saftner e Watada (2003) avaliaram a flora mesofílica de melões *Honeydew* minimamente processados acondicionados em embalagens com filmes perfurados e filmes poliolefinicos em atmosfera modificada passiva e ativa (5Kpa O₂ + 5Kpa CO₂) e armazenados a 5°C por 10 dias. A população mesofílica foi maior na

embalagem com filmes perfurados, seguido da atmosfera passiva e por fim em atmosfera ativa. Neste estudo, a população mesofílica iniciou com $6 \log_{10}$ UFC/g. Os resultados apresentados por estes autores são similares aos encontrados em nosso estudo quando se compara os produtos minimamente processados acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC perfurado, no qual o produto apresentou-se impróprio para o consumo a partir do 4º dia. Lamikanra (2002) relata que populações de mesofílicos até 10^6 UFC/g têm sido encontradas em melões *Cantaloupe* minimamente processados. Em nosso estudo, esta população não ultrapassou a contagem de 10^5 UFC/g no final do armazenamento nas duas embalagens testadas.

As contagens elevadas da população de mesófilos encontradas neste trabalho sugerem que frutas minimamente processadas quando expostas em temperaturas abusivas, que podem ocorrer nas gôndolas de supermercados, feiras livres e outros locais de comercialização, podem reduzir em até 50% da sua vida de prateleira.

3.3.2. Contagem de psicotróficos aeróbios

A contagem de psicotróficos foi significativa para embalagem e tempo ($P < 0,05$). Assim, estudou-se o efeito do tempo de armazenamento através da análise de regressão. O comportamento do logaritmo do número de sobreviventes de psicotróficos e as equações ajustadas estão apresentados na Figura 11.

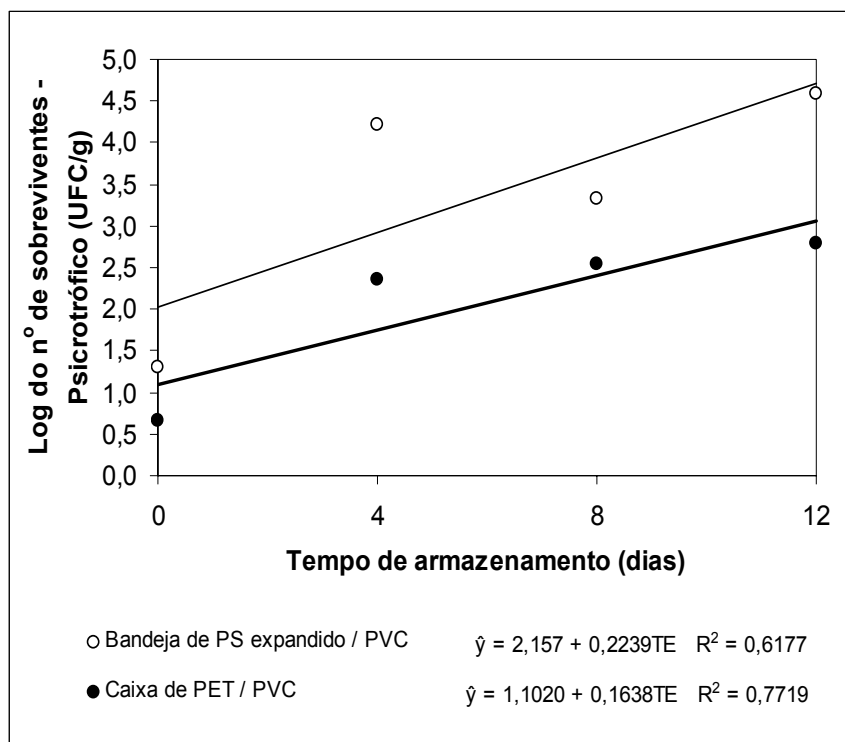


Figura 11 - Logaritmo do número de sobreviventes de psicrotróficos do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.

A contagem inicial de psicrotróficos foi de 0,7 log UFC/g e alcançou 2,8 log UFC/g durante 12 dias de armazenamento à 5°C, no MMP acondicionado em embalagens PET- PVC. Enquanto os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido - PVC a contagem inicial foi de 1,3 log UFC/g, aumentando para 4,6 log UFC/g no final do armazenamento (Figura 12). De acordo com a IFPA (2001), dentre a flora deteriorante característica de frutos e vegetais minimamente processados, *Pseudomonas* sp. destaca-se como microrganismos psicrotróficos mais comuns encontrados nestes produtos. Estes microrganismos são aeróbios e crescem à temperatura de refrigeração.

O resultado encontrado neste estudo em que a população de psicrotróficos foi menor na embalagem PET, pode ser atribuído à permeabilidade da mesma a oxigênio, que é menor que a da embalagem de bandejas de PS com filme PVC. Embora neste estudo não tenha sido medida a concentração de CO₂, supõe-se que a concentração deste gás possa ter sido maior na embalagem PET e que levou a uma menor população de psicrotróficos. Gimenez et al. (2003), estudaram a qualidade microbiológica de

alcachofras (pH 6,3) minimamente processada, embaladas em diferentes filmes (PVC microperfurado, PVC não perfurado, P-plus 120, P-plus-160 e P-plus 210) sob atmosfera modificada passiva. Os produtos foram armazenados à 4°C e avaliados quanto à contagem de psicotróficos nos tempos de 0, 1, 3, 6, 8, 10, 13 e 15 dias. Os filmes apresentavam diferentes taxas de permeabilidade a O₂ sendo os de PVC com permeabilidade maior que os demais. Os resultados apresentaram um crescimento rápido durante os primeiros 3 dias e, com exceção do produto armazenado em PVC perfurado que apresentou um crescimento rápido, chegando aos níveis de 8,8 log UFC/g no final do armazenamento, as demais embalagens apresentaram contagens menores. Os autores atribuem os resultados obtidos às características de permeabilidade dos filmes a O₂ e CO₂. Nestes filmes a concentração de CO₂ foi elevada, causando um efeito inibidor aos psicotróficos que na maioria são bactérias gram-negativas e aeróbicas.

O controle destes microrganismos em produtos minimamente processados é de grande importância na vida de prateleira destes produtos, pois estes microrganismos são capazes de sintetizar enzimas pectolíticas que degradam a parede celular, causando amolecimento nos tecidos e, conseqüentemente, perda na textura (LAMIKANRA, 2002).

Pode-se associar, entre outros fatores, à maior população destes microrganismos em MMP acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC, com uma maior concentração destas enzimas no produto, favorecendo conseqüentemente, uma maior perda de textura nos produtos desta embalagem.

3.3.3. Contagem de fungos filamentosos e leveduras

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi significativa ($P < 0,05$) com o tempo. Assim, este foi analisado por meio de regressão. O comportamento do logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras e a equação ajustada estão apresentados na Figura 12.

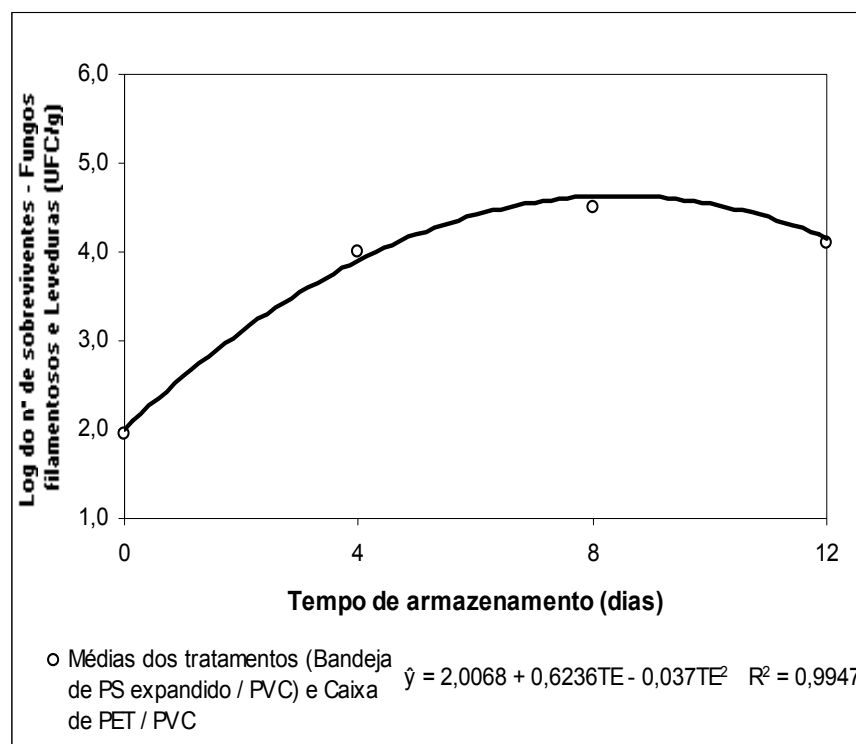


Figura 12 - Logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado à 5°C durante 12 dias.

A contagem de fungos filamentosos e leveduras nos MMP acondicionados na caixa PET apresentou uma contagem inicial de 1,3 log UFC/g, chegando a 3,4 log UFC/g no final do armazenamento. Enquanto os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC a contagem inicial foi de 2,6 log UFC/g e a final foi de 4,8 log UFC/g . Estes resultados podem ser discutidos em função da acidez, já que estes microrganismos crescem bem em meio ácido, em que observou-se aumento do percentual de ácido cítrico no final do armazenamento, principalmente para os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC. Neste período, não foi observado visualmente nenhum sinal de deterioração nem presença de fungos na superfície dos produtos em nenhuma das embalagens. Nas embalagens de PS expandido com PVC perfurado, os melões minimamente processados apresentaram crescimento de fungos na superfície já nos primeiros quatro dias.

Pelos resultados alcançados, confirma-se novamente que o tipo de embalagem/ filme com suas características de permeabilidade exercem efeitos diferentes no desenvolvimento de microrganismos. No caso de fungos filamentosos, os mesmos são aeróbicos e requerem potencial de oxidação-redução positivo (presença de O₂) para a sua multiplicação. Assim, para os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC, que possuem uma permeabilidade maior ao oxigênio, a população destes microrganismos foi mais elevada principalmente no final dos 12 dias de armazenamento.

Bai et al. (2001), estudando a flora microbiana de melões *Cantaloupe* minimamente processados durante 12 dias à 5°C acondicionados em embalagens com filmes com PVC perfurado em filmes poliolefinicos com atmosfera passiva e ativa (4 KpaO₂ + 10 KpaCO₂), verificaram que a população destes microrganismos variou de 2 a > 6log₁₀UFC/g; de 2 a 4,2 log₁₀ UFC/g e de 2 a 3,8 log₁₀ UFC/g nos produtos acondicionados em filmes com PVC perfurado, embalagens com atmosfera passiva e ativa, respectivamente. Neste mesmo trabalho verificou-se que a população de fungos filamentosos e leveduras foi menor que a população de mesofílicos em todas as embalagens e que até o 9º dia de estocagem estes produtos tinham a qualidade aceitável.

Em experimentos realizados por Bai, Saftner e Watada (2003), acondicionando melões *Honeydew* minimamente processados com sistemas de embalagens similares ao experimento citado anteriormente, a população de fungos filamentosos e leveduras variou de 4,9 a 7,8 log₁₀ UFC/g; de 4,7 a 6,8 log₁₀ UFC/g e de 4,8 a 6,3 log₁₀UFC/g nos produtos acondicionados em filmes com PVC perfurado, embalagens com atmosfera passiva e ativa, respectivamente.

3.3.4. Análise de *Salmonella* sp. e Coliformes

A ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do produto e de coliformes fecais <100 UFC/g foi confirmada nos dois tratamentos. A presença de *Salmonella* sp. em melão minimamente processado geralmente é carregado do fruto intacto. Neste sentido, deve-se observar a área de cultivo da fruta e os fatores pré e pós colheita. Castillo et al. (2004) realizou em um estudo de contaminação de *Salmonella* na produção de *Cantaloupe* em 6 fazendas dos Estados Unidos e 3 fazendas do México. Os autores constataram que das 1735 amostras coletadas

de *Cantaloupe*, água e locais de embalagens nas fazendas do Sul do Texas e México, 31 amostras (1,8%) apresentaram positivas para *Salmonella*. Esta informação ressalta a importância do processo de sanitização dos frutos antes do processamento, pois melões *Cantaloupe* apresentam características como pH (6-6,5) e aw (>0,85), que favorecem o desenvolvimento de bactérias, principalmente de patogênicos.

Em relação à ausência de coliformes, pode-se constatar que as condições higiênicas durante a produção contribuíram para este resultado, adicionada da possibilidade desta população ter sido inibida por outras barreiras.

A adequação da melhor embalagem e da atmosfera para melões *Cantaloupe* minimamente processado deve ser minuciosamente estudada, visto que o fruto intacto apresenta uma taxa respiratória de 4 a 5, 7 a 8, 17 a 20, 23 a 33 e 65 a 71 mL CO₂ / Kg.h quando expostos à temperaturas de 5, 10, 15, 20 e 25 °C (SUSLOW, CANTWELL e MITCHELL, 2000). Considerando que estes valores podem ser mais elevados quando o fruto é submetido ao processamento mínimo associado à exposição das mais variadas temperaturas, faz-se necessário adotar procedimentos de controlar a taxa respiratória destes produtos, para aumentar a sua vida útil. Dentre os vários fatores que influenciam a vida de prateleira do produto, o tipo de embalagem associada à temperatura é um dos fundamentais.

4. CONCLUSÕES

- As embalagens de poliestireno expandido com PVC e polietileno tereftalato com PVC preservaram as características físico-químicas (pH e sólidos solúveis totais), enquanto a acidez foi mais estável na embalagem de polietileno tereftalato com PVC.
- A vida útil dos produtos acondicionados nas bandejas de poliestireno expandido com PVC foi de 8 a 9 dias, enquanto os acondicionados em caixas de polietileno tereftalato com PVC, a qualidade foi assegurada até o 12º dia.
- A luminosidade permaneceu estável durante o tempo nos dois tratamentos; os valores de a^* indicaram que a cor amarela alaranjada foi preservada; o croma (saturação) decresceu com o tempo, principalmente nos produtos acondicionados em bandejas de poliestireno expandido com PVC; e o Hue (ângulo de tonalidade) não variou com o tempo, em ambos os tratamentos.
- A embalagem de caixa de polietileno tereftalato com PVC conferiu melhor firmeza aos melões minimamente processados.
- Os melões minimamente processados acondicionados em bandejas de poliestireno expandido com PVC perfurado apresentaram-se deteriorados no 4º dia de avaliação.
- A população de mesófilos e psicrotróficos aeróbios e de fungos filamentosos e leveduras foi menor nos melões minimamente processados acondicionados em caixas de polietileno tereftalato com PVC, durante todo o período de armazenamento.
- Foi confirmada a ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do produto e a contagem de coliformes a 45°C foi <100 UFC/g, nos tratamentos testados.
- A embalagem de caixa de polietileno tereftalato com PVC conferiu melhor qualidade e segurança nos melões minimamente processados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A .S. Conservação de Melão *Cantaloupe* 'Hy-Mark' tratado com 1-MCP após a colheita. 2002. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ce, 2002.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento Técnico:** Disposições Gerais para Embalagens e Equipamentos Plásticos em contato com Alimentos e seus Anexos. Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis.** Washington DC, 1994, 1904p.

ARRUDA, M.C. Processamento mínimo de melão rendilhado: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 83p. **Dissertação (Mestrado em Agronomia).** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. 2002.

BAIJINHE.; SAFTNER, R. A.; WATTADA, A; YUEN, L. Active modified atmosphere maintains quality of packaged fresh-cut Cantaloupe (*Cucumis melo* L. *Reticulatus* Group) Better than passive modified atmosphere. **Agriculture Research Service.** Disponível em Homepage: <http://www.google.com.br/> Acesso dia: 24/06/2002.

BAI, J-H.; SAFTNER, R.A.; WATADA, A. E.; Characteristics of fresh-cut honeydew (*Cucumis xmelo* L.) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology.** v.2, p. 349-359. 2003.

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

CASTILLO. A; I. MERCADO.; L.M.LUCIA.; Y. MARTINEZ-RUIZ.; J. PONCE de LEÓN.; E. A. MURANO, and G.R. ACUFF. *Salmonella* Contamination during Production of Cantaloupe: A Binational Study. **Journal of Food Protection,** Vol. 67, N^o 4, p. 713-720. 2004.

CHAUCA, C.N.M. Avaliação dos Parâmetros de Qualidade Envolvidos na Desidratação da Banana (*Musa* sp. Nanica (AAA). 76f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos),** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

FONSECA, R.M.; GOULARTE, M.A; SILVA, J.A; LUCCHETA, L; MARINI, L; ZANUZO, M.R.; ANTUNES, P.L.; ROMBALDI, C.V. Conservabilidade de melões transgênicos, CV. Vedraltais, minimamente processados e refrigerados. **Rev. Bras. de Agrociência,** v.7 n.2. p. 149-151, mai-ago, 2001.

GIMENEZ, M.C.; OLARTE, S.SANZ.; LOMAS.C.; ECHÁVARRI, J.F.; AYALA.F. Relation between spoilage and microbiological quality in minimally processed artichoke packaged with different films. **Food Microbiology**, 20, p.231-242. 2003.

IFPA - International Fresh-cut Produce Association. **Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry**. Fourth edition. 213p. 2001.

LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D.; HUNTER, P.A. Biochemical and Microbial Changes during the storage of minimally processed Cantaloupe. **Journal Agriculture Food Chemical**, 48: 5955-5961, 2000.

LAMIKANRA, O.; Fresh-cut Fruits and Vegetables. **Science, Technology and Market**. CRC Press, Washington, D.C. 2002.

LAMIKANRA, O.; WATSON, M.A.; Cantaloupe melon peroxidase. In: LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D.; HUNTER, P.A. Biochemical and Microbial Changes during the storage of minimally processed Cantaloupe. **Journal Agriculture Food Chemical**, 48: 5955-5961, 2000.

LUO, M.; FANG, T.Q.; ZHANG, Z.Z.; LI, T.R. The changes of polygalacturonase activity and ethylene concentration and their relation to softening during ripening of *Cucumis melo*. **Plant Physiol. Comm.** 32: 338-341. 1996.

O'CONNOR-SHAW, R.E.; ROBERTS, R.; FORD, A . L.; NOTTINGHAM, S.M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and Cantaloupe. **Journal of Food Science**, 59:1202-1206, 1215, 1994.

PORTELA, S.I.; CANTWELL, M.I. Quality changes of minimally hoheydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**. 14: 351-357, 1998.

PORTELLA, S.I.; NIE, X.; SUSLOW, T.V.; CANTWELL, M.I. Changes in sensory quality and fermentative volatile concentrations of minimally processed Cantaloupe in controlled atmosphere. **Proc. 7th Intl. Controlled Atmosphere Research Conf.; Postharvest Hortc. Series N° 19. Vol.5: Fresh-cut Fruits and Vegetables and MAP**, Gorney, j.r.; Ed.; University of California: Davis, CA, p 123-129. 1997.

ROBERTSON, G. **Food Packaging: principles and practice**. New York: Marcel Decker, Inc., 676p. 1992.

SARANTOPÓULOS, C. I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas - SP. CETEA / ITAL, 215p. 2001.

SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics eighth version**. Cary, USA Institute, 2003.

SUSLOW, T. V.; CANTWELL, M; MITCHELL, J. Cantaloupe. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. **Product Facts**. University of California: Davis, CA, 2000.

VALE, M.F.S. Poda e densidade de plantio em híbridos de melão. 2000. 41 p. **(Dissertação de mestrado)**, ESAM, Mossoró, 2000.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. (Ed). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: APHA, 1087p. 1992.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHERE, F.; Van BEEST, M.; KRUIJF de N.; DEBEVERE, J. Development in the active packaging of foods. **Trends in Food Science e Technology**, v. 10, p. 77-86, 1999.

CAPÍTULO III

QUALIDADE E SEGURANÇA DO MELÃO CANTALOUPE 'Hy- Mark' MINIMAMENTE PROCESSADO SUBMETIDO A TRATAMENTO COM 1- METILCICLOPROPENO

1. INTRODUÇÃO

O aumento da vida pós-colheita de frutos tem sido comumente melhorado pela utilização da refrigeração, principalmente para frutos climatéricos. Entretanto, deve-se observar a temperatura ótima para cada tipo de cultivar, pois alguns frutos são muito sensíveis a temperaturas baixas. Outras técnicas têm sido avaliadas para controlar a ação do etileno, dentre elas pode-se citar a utilização de 1-metilciclopropeno (1-MCP).

O etileno (C₂H₄) está envolvido na aceleração do amadurecimento e senescência do fruto. Algumas teorias relatam que o etileno atua, em alguns frutos, como um acelerador natural do mecanismo da respiração. O etileno é sintetizado a partir da metionina (Met) e do ATP que são convertidos à S-adenosil metionina (SAM) e então à ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) (KAYS, 1991). O aumento da produção de etileno pode acelerar a deterioração e a senescência em tecidos vegetais e promover o amadurecimento de frutos climatéricos (BRECHT, 1995).

A produção de etileno em vegetais minimamente processados ocorre poucos minutos ou horas após o corte, alcançando taxas máximas entre o período de 6 a 12 horas. O efeito potencial da produção de etileno depende do tipo e fisiologia do produto em questão (LAMIKANRA, 2002).

O etileno é produzido pelo *Cantaloupe* a partir dos primeiros estádios de desenvolvimento, com aumento de 10 vezes na concentração entre 30 e 37 dias após a antese e de 100 vezes entre 37 e 40 dias após a antese (LYONS, McGLASSON e PRATT, 1962).

Os diferentes cultivares de melão apresentam comportamento de maturação e amadurecimento variados, diferindo em características como cor externa, cor da polpa, firmeza, conteúdo de sólidos solúveis, sabor, aroma e

mecanismos de produção de etileno (GONÇALVES, MENEZES e ALVES, 1996).

Os efeitos fisiológicos naturais causados pela liberação do etileno em produtos minimamente processados, se não controlados, causam perda de qualidade e redução da vida útil dos mesmos.

Pesquisas mostram que vários compostos têm sido desenvolvidos para bloquear os receptores de etileno e causar a inibição de seus efeitos (SISLER, BLANKENSHIP e GUEST, 1990). Dentre eles, incluem-se o 2,5-norbornadieno e diazocyclopentadieno, ambos inibidores do etileno. Entretanto, nenhum destes compostos é comercialmente aceitável devido à sua toxidez. Neste sentido, destacam-se os ciclopropenos que têm sido eficientes antagonistas do etileno e competem com este hormônio pelos sítios de ligação nos receptores das membranas (SISLER e SEREK, 1997). Dentre eles, tem-se estudado a ação 1-MCP.

O 1-MCP (C_4H_6 , $PM=54$) retarda o amadurecimento pela inibição competitiva dos receptores de etileno (JIANG e JOICE, 2000). Este ciclopropeno, em condições normais de temperatura e pressão, está na forma gasosa. A afinidade do 1-MCP para os receptores é de aproximadamente 10 vezes maior que do etileno. O 1-MCP é ativo a concentrações muito baixas, em níveis de $ng.L^{-1}$ (BLANKENSHIP e DOLE, 2003).

O 1-MCP não tem odor e potencialmente tem valor comercial para controlar as desordens pós-colheita causadas pelo etileno (SELVARAJAH, BAUCHOT e JONH, 2001). O produto é comercializado na forma de pó que adicionado de água a 40-60°C libera seu ingrediente ativo.

Alguns trabalhos mais recentes têm mostrado o efeito de 1-MCP em frutos e hortaliças. Feng et al. (2000) demonstraram que abacates tratados com 1-MCP por 24 horas com 30-70 $nL.L^{-1}$ retardou o amadurecimento do fruto, tendo a mesmo uma vida pós-colheita de 10 a 12 dias, contra 5 a 9 dias para o abacate não tratado. Em trabalhos com mangas, foram utilizados tratamentos com etileno, 1-MCP e 1-MCP mais etileno. Os frutos tratados apenas com etileno tiveram seu amadurecimento completo em 8 dias. Esse tempo foi 19 dias quando tratados com o 1-MCP e de 18 dias, quando o 1-MCP foi associado com o etileno. Os frutos não tratados tiveram seu amadurecimento em 13 dias (HOFMAN et al., 2001). Em manga 'Tommy Atkins', em dois estádios de maturação, o 1-MCP mostrou-se eficiente em retardar o

amadurecimento, promovendo atraso no pico climatérico, redução da taxa respiratória, da perda de massa e da firmeza (ALMEIDA et al., 2000).

Em melão e em pré-cortados, os trabalhos aplicando 1-MCP ainda são escassos. Entretanto, Almeida et al. (2001a), trabalhando com este produto em melão *Cantaloupe*, híbrido 'Acclaim', encontraram diminuição da intensidade e atraso nos picos de etileno, e aumento de vida útil de até 10 dias dos frutos tratados em relação aos frutos controle.

Em função da necessidade de respostas da ação do 1-MCP na qualidade e segurança de produtos minimamente processados, este trabalho objetivou avaliar a ação deste composto aplicado em melão *Cantaloupe* inteiro e em cubos de melão minimamente processado. Além disso, a ação do 1-MCP incorporado em sachês colocados no interior da embalagem foi avaliada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Os frutos utilizados neste experimento foram melões *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L.), híbrido 'Hy-Mark' e estes foram cedidos pela Embrapa Agroindústria Tropical. A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã, em plantio comercial na região do Agropolo Mossoró – Açu – RN. As características determinantes para seleção durante a colheita foram a camada de abscisão do pedúnculo, coloração esverdeada e uniformidade de tamanho. Os frutos foram inicialmente transportados via terrestre para o laboratório de pós-colheita da Embrapa para ser tratado com 1-metilciclopropeno (1-MCP). Após o tratamento os mesmos foram enviados para a Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

2.2. Preparo dos sachês

Os sachês de fibras de celulose utilizados nas embalagens foram preparados no laboratório de embalagens (Figura 1). Os mesmos foram cortados de acordo com as dimensões do fundo da embalagem de polietileno tereftalato e revestidos com poli (cloreto de vinila) perfurado.

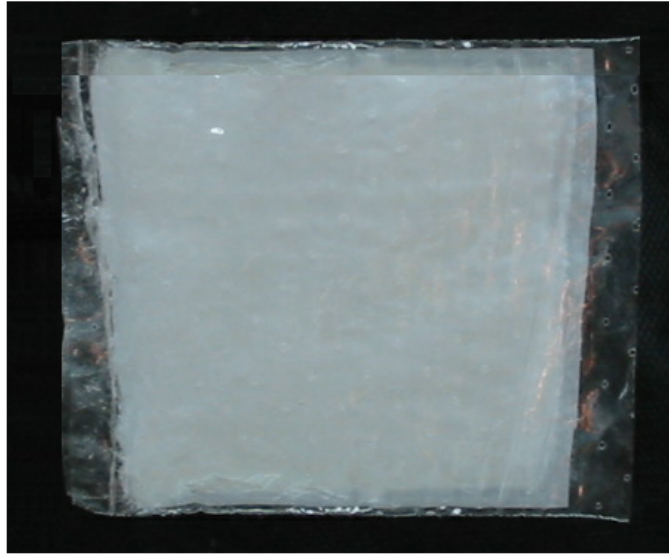


Figura 1 - Sachê de fibras de celulose adicionado na embalagem PET.

2.3. Processamento mínimo do melão *Cantaloupe*

O processamento dos melões foi realizado nas instalações do Departamento de Tecnologia de Alimentos - UFV. Os frutos previamente selecionados foram submetidos inicialmente a uma lavagem com água corrente, para a retirada de sujidades provenientes do campo. Após esta etapa, os frutos foram sanitizados por imersão em tanques, contendo uma solução de 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total (CRT), adicionada de 0,1% de Tween 80 por 10 minutos à temperatura de 15°C, sendo o pH ajustado para 6,5. Os frutos foram então descascados, e após a retirada das sementes, cubetados manualmente. Em seguida, os cubos foram submetidos a um enxágüe com 5 mg.L⁻¹ de CRT por 1 minuto, à temperatura de 15°C, e pH ajustado para 6.5. Após submetidos aos tratamentos, os melões minimamente processados foram acondicionados em caixas de polietileno tereftalato e armazenados à 5°C.

2.4. Tratamento das embalagens e sachês

Antes da utilização, as embalagens e sachês foram submetidos à exposição à radiação UV de 15 W, por 30 minutos em uma câmara de biossegurança.

2.5. Tratamentos com 1- Metilciclopropeno (1-MCP)

2.5.1. Aplicação do 1- MCP (Smartfresh™) nos frutos inteiros e melões minimamente processados (MMP)

O 1-MCP foi aplicado nos frutos inteiros e nos melões minimamente processados (MMP) em câmaras devidamente vedadas, com volumes de 186 e 264 litros respectivamente. Para a obtenção de 1-MCP gasoso, foram utilizados frascos contendo Smartfresh™ (3,3% i.a.) em pó correspondente a liberação de 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP, adicionado de 50 ml de água à temperatura entre (30 a 40°C) introduzida através do septo de borracha, localizado na tampa do frasco, com uma seringa. A mistura foi agitada até dissolução completa e os septos foram retirados para a liberação de cerca 600 ng.mL⁻¹ do 1-MCP e a câmara foi vedada imediatamente. Após 12 horas de exposição à 10°C, as câmaras foram abertas e seguiu-se com o fluxograma necessário para cada tratamento.

2.5.2. Incorporação do 1-MCP ao sachê

Neste tratamento, preparou-se uma solução contendo 600 ng.mL⁻¹ em um becker fechado, imerso em um banho de água a 0°C. Em seguida, com auxílio de pipeta, 3 mL desta solução foi distribuída em cada sachê das embalagens que continham o MMP, procedendo-se imediatamente o fechamento das embalagens e acondicionando-se o produto em câmaras a 5°C.

2.5.3. Descrição dos tratamentos aplicados em melão *Cantaloupe* inteiro e minimamente processado

Tratamento 1 (T1) - Melão *Cantaloupe* inteiro tratado com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP, por 12 horas à temperatura de 10°C (realizado na Embrapa Agroindústria Tropical), antes de ser submetido ao processamento mínimo (etapa realizada na UFV).

Tratamento 2 (T2) - Melão *Cantaloupe* minimamente processado e tratado com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP, por 12 horas à temperatura de 5°C. Essa etapa foi

realizada na unidade de processamento mínimo de frutas e hortaliças do Departamento de Biologia Vegetal - UFV.

Tratamento 3 (T3) - Melão *Cantaloupe* minimamente processado acondicionado em embalagem PET, com adição do sachê incorporado de 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP. Essa etapa foi realizada no laboratório de embalagens do Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFV.

Tratamento 4 (T4) - Melão *Cantaloupe* minimamente processado não tratado com 1-MCP (Controle). Essa etapa foi realizada no laboratório de embalagens do Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFV.

2.6. Avaliações

Para cada tratamento, o produto foi avaliado após 0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias, quanto ao:

a) Potencial hidrogeniônico – pH

O pH foi determinado no suco extraído de amostras maceradas, utilizando-se um potenciômetro digital marca DM 20 da Digimed, calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0.

b) Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor SST foi determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro manual marca Atago modelo N-50E, à temperatura ambiente. Os resultados foram expressos em °Brix.

c) Acidez titulável

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulometria. Titulou-se 10 g de amostra com uma solução de NaOH 1 N, usando-se fenolftaleína (1%) como indicador, sendo o resultado expresso em % de ácido cítrico (AOAC,1994).

d) Cor

A cor foi determinada por meio de leitura direta de reflectância das coordenadas “L”, “a” e “b”, empregando a escala Hunter-Lab em colorímetro ColorQuest II de Hunter. Valores numéricos de a^* e b^* foram convertidos em ângulo Hue e croma pelas fórmulas $H^\circ = \tan^{-1} b^* / a^*$ e $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ respectivamente.

d) Firmeza

Foi determinada em texturômetro (Stable Micro Systems) modelo TAXT2i), com probe de 5mm. Foram utilizados nove cubos para cada repetição e os resultados da força máxima requerida foram expressos em Newton (N).

e) Teor de oxigênio (%)

A concentração de oxigênio do espaço livre das embalagens foi obtida por meio de coleta de alíquotas de 5 ml de gases do espaço livre por meio de seringas plásticas e determinada com o analisador MOCON modelo HS 750 (Modern Controls, Minneapolis, USA). A amostragem da atmosfera no interior da embalagem PET com PVC foi realizada introduzindo-se a agulha da seringa nas embalagens, através de septo, confeccionado com cola de silicone, filme de PET e fita adesiva dupla face aderida à superfície das embalagens.

f) Quantificação do etileno

A quantificação do etileno liberado pelo melão minimamente foi efetuada segundo metodologia descrita por Whitehead e Nelson (1992). Amostras de 1 mL da atmosfera das embalagens foram retiradas, utilizando-se de seringas descartáveis ultra-fine (agulhas 29 G $\frac{1}{2}$) e injetadas em cromatógrafo a gás (Hewlett-Packard 5890, série II, USA) equipado com detetor de ionização de chama, e coluna de aço inoxidável (1,0 m x 6,0 mm), empacotada com Porapak-N (80-100 mesh). O gás de arraste foi o dinitrogênio, com fluxo de 30 $\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. Os fluxos do hidrogênio e do ar foram mantidos em 30 e 320 cm^3 .

min⁻¹, respectivamente. As temperaturas da coluna, do injetor e do detetor foram mantidas em 60, 110 e 150 °C, respectivamente. A quantificação do etileno foi feita pela comparação das áreas dos picos das amostras obtidas em integrador (Hewlett-Packard 3395, USA) acoplado ao cromatógrafo, com áreas de picos de mistura do padrão de etileno de concentração conhecida. A leitura dos picos foi realizado na área 7. A fórmula utilizada para o cálculo do etileno foi:

$$Et = \frac{20,574^* \times 127,3^{**}}{2.245,88^{***}}$$

* - Área do cromatógrafo

** - Conversão de gases (1mL) do padrão 2,57 ppm para CNTP

*** - Área do padrão de etileno (2,57 ppm) no range 7

Et= 1166,1666 p mol de etileno

Et= 1166,1666 x Z (Volume da embalagem) = y pmol de etileno

$$Et = \frac{ypmol\ et}{1000} = y\ nmol\ et$$

Y nmol Et _____ m (massa do melão na embalagem)

W _____ M (massa do melão inteiro) ou m₂ (massa de 1g)

2.7. Análises microbiológicas

2.7.1. Contagem de aeróbios mesófilos, psicotróficos, fungos filamentosos e leveduras, *Salmonella sp*

Vinte e cinco gramas de melão minimamente processados foram homogeneizados em 225 mL de água peptonada a 0,1% m/v usando-se homogeneizador (Warning) na velocidade 3 por dois minutos. Um mililitro das diluições 10⁻¹, 10⁻² e 10⁻³, foram plaqueados em *Plate Count Ágar* (PCA-Merck) e incubados a 35°C por 48 horas e 7°C por 10 dias para contagem de aeróbios mesófilos e psicotróficos, respectivamente. Para contagem de fungos filamentosos e leveduras, um mililitro das diluições 10⁻² e 10⁻³, foram plaqueados em *Ágar Batata Dextrose – acidificado* (BDA-Merck) e incubados a 25°C por 5 dias. Para *Salmonella sp.*, seguiu-se a metodologia recomendada por Vanderzant & Splittstoesser (1992).

2.8. Delineamento experimental

O experimento foi realizado segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com quatro tratamentos nas parcelas e tempo de armazenamento (0, 4, 8 e 12, 16 e 20 dias) nas subparcelas, em 3 repetições. O efeito do tempo de armazenamento sobre os indicadores de qualidade foi analisado por meio de regressão. O programa SAS versão 8.0 (2003), licenciado para uso na UFV, foi utilizado para análise estatística dos dados coletados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliações

3.1.1. Potencial hidrogeniônico - pH

O resumo da análise de variância para o valor de pH, apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para a interação tempo x tratamento. Assim, estudou-se o efeito do tempo em cada tratamento pela análise de regressão. O comportamento do pH em cada tratamento e as equações ajustadas estão apresentados na Figura 2.

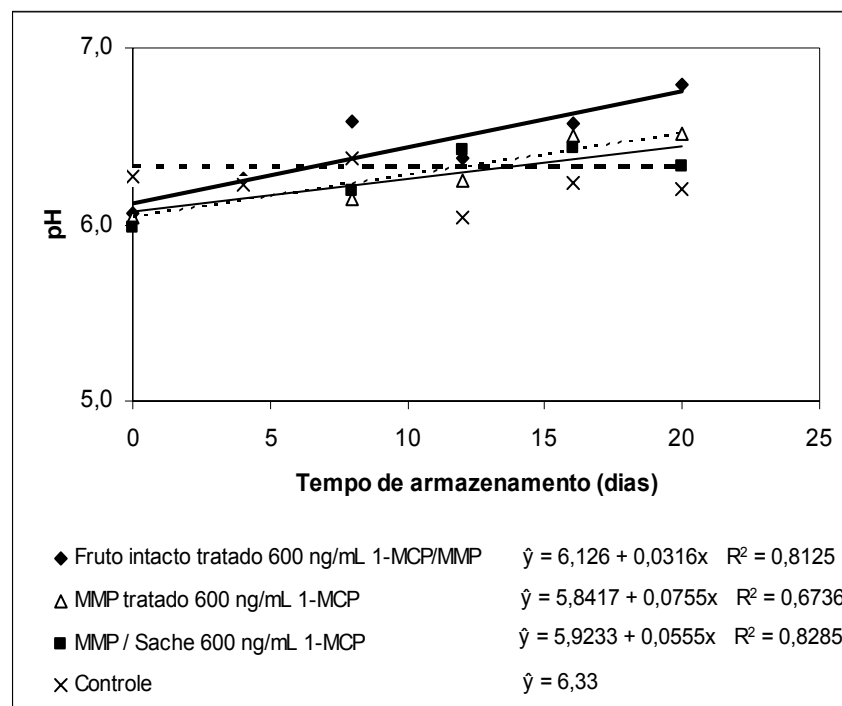


Figura 2 - Potencial hidrogeniônico (pH) do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP – Melão minimamente processado

A variação do pH dos MMP em todos os tratamentos foi pequena e esta não afetou a qualidade do produto final. Essa estabilidade do pH em melão *Orange flesh* minimamente processado foi observada também por Pinto (2002). Melões *Cantaloupe* tratados com 100, 300 e 900 ng.mL⁻¹ de 1-MCP, não apresentaram variações de pH, quando armazenados à temperatura de refrigeração por 14 dias (ALMEIDA, 2002).

Os valores de pH foram de 6,10 (tempo 0) até 7,0 e 6,6 para controle e frutos tratados, respectivamente. Outra pesquisa determinou valores médios de pH de 6,2 para melões *Galia*, híbrido ‘Solarking’, armazenados durante 15 dias a 4°C (GUIMARÃES et al., 2001).

O pH manteve-se praticamente inalterado em melões *Cantaloupe* tratados com 100, 300 e 900 ng.mL⁻¹ quando submetidos ao processamento mínimo e armazenados a 5°C por 18 dias (MACHADO, 2003). Lamikanra et al. (2000) afirmam que o comportamento da acidez total titulável e pH no melão *Cantaloupe* ‘Mission’ minimamente processado dependem da temperatura de

armazenamento, e que estas características permaneceram inalteradas por 14 dias a 4°C.

3.1.2. Acidez titulável

A acidez não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) para nenhum dos fatores estudados e a média entre os tratamentos foi de 0,65 g/100 mg de ácido cítrico. O ácido predominante no melão *Cantaloupe* é o cítrico, entretanto, pode-se encontrar o málico. A variação da acidez titulável durante os 20 dias de armazenamento foi pequena em todos os tratamentos.

A estabilidade na concentração dos ácidos orgânicos durante o período de armazenamento, nos tratamentos testados, pode ser indicação de estabilidade nas reações metabólicas, uma vez que estes servem como substratos para respiração e produção de componentes voláteis durante o amadurecimento do fruto.

Estes dados estão de acordo com os relatados por Machado (2003) que aplicando diferentes doses de 1-MCP (100, 300 e 900 ng.mL⁻¹) em melões *Cantaloupe* 'Hy-Mark' intactos não observou influência no comportamento da acidez titulável do fruto quando o mesmo foi submetido ao processamento mínimo. Almeida (2002), em seu trabalho com melão *Cantaloupe*, variedade 'Hy-Mark' tratado com 1-MCP (100, 300 e 900 ng.mL⁻¹) e armazenado à temperatura de refrigeração por 14 dias, reportou que nos frutos tratados a acidez foi um pouco maior, mas com pouca diferença, sendo de 0,09 e 0,07 g ác.cítrico/100 g para frutos tratados e controle, respectivamente.

De acordo com Blankenship e Dole (2003), o efeito do 1-MCP na acidez titulável é variado, sendo que algumas culturas são afetadas, outras não. Em abacaxis o 1-MCP promoveu o declínio do ácido ascórbico (SELVARAJAH, BAUCHOT e JONH, 2001), em tomate a perda de acidez foi totalmente inibida (WILLS e KU, 2002), enquanto para maçãs tipos 'Red Delicious', 'Granny Smith', 'Fuji', 'Jonagold', 'Ginger Gold' e 'Gala' a acidez foi mantida, entretanto para maçãs 'Law Rome', 'Delicious', 'Empire' e 'McIntosh' a acidez foi elevada, quando estas foram tratadas com 1-MCP durante o armazenamento em condições ambientais, mas estes efeitos foram inconsistentes quando as mesmas foram armazenadas em atmosfera controlada (DONG, LURIE e ZHOU, 2002).

Em melão a intervenção da acidez no sabor não é muito representativa, o que se justifica a pouca atenção dispensada a esta variável (FERNANDES, 1996).

3.1.3. Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

O valor de sólidos solúveis totais (SST), apresentou diferença significativa durante o tempo ($P < 0,05$). Assim o tempo foi avaliado através da análise de regressão. O comportamento do teor de SST para os quatro tratamentos testados e a equação ajustada estão apresentados na Figura 3.

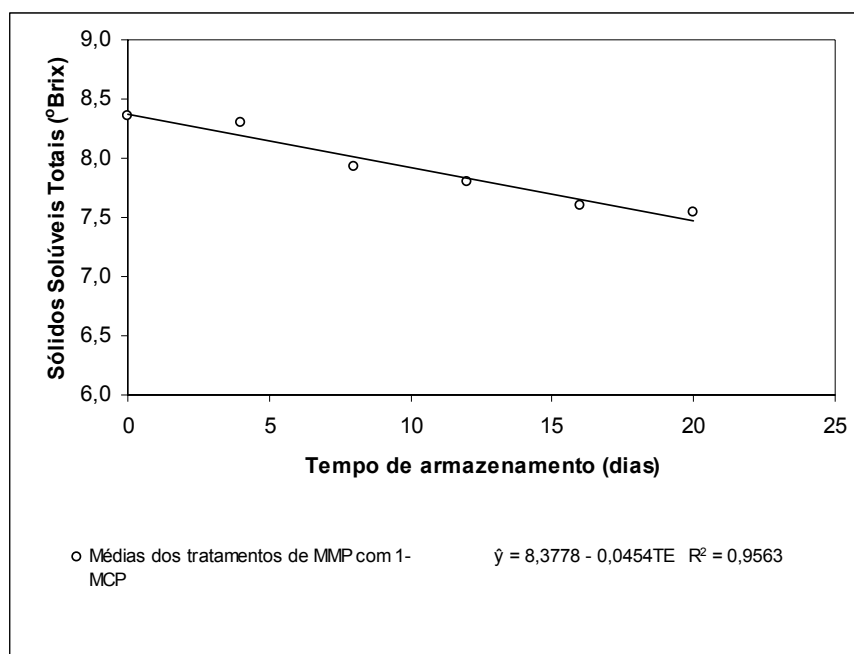


Figura 3 - Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST/ °Brix) do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

Os resultados indicam que houve uma tendência de queda em todos os tratamentos e que os valores variaram de 8,4 a 8,0 para o fruto intacto tratado (T1) de 8,4 a 7,2 para os cubos tratados, (T2) de 8,2 a 7,0 para os cubos em contato com os sachês (T3), de 8,3 a 7,3 para os cubos controle (T4). Esta redução pode ser justificada ao consumo de açúcares pelo processo respiratório dos frutos.

Estes dados estão de acordo com os encontrados por Almeida (2002) que verificou tendência de redução do teor de sólidos solúveis durante o armazenamento por 14 dias à temperatura de refrigeração de melões *Cantaloupe* tratados com 1-MCP (100, 300 e 900 ng.mL⁻¹). O comportamento de redução do teor de sólidos solúveis, foi também verificado por Menezes (1996) em melão *Galia*, híbrido Num 1380, armazenado durante 35 dias em condições controladas (7±1°C e 88± 3% de UR).

Trabalho realizado por Machado (2003), com aplicação de 100, 300 e 900 ng.mL⁻¹ de 1-MCP em melões *Cantaloupe* destinados ao processamento mínimo, resultou em valores entre 9,96 para o controle, 9,71 para 100 ng.L⁻¹ e 9,39 para 900 ng.mL⁻¹ em 18 dias de armazenamento. O tratamento de 300 ng.mL⁻¹ resultou em maior valor de SST (>10) nos melões minimamente processados. Outros resultados foram reportados por Arruda (2002), indicaram média de 11,80 e 12, 32% para melão *Cantaloupe* 'Bonus II' cortado em cubos e fatias, respectivamente.

Diferenças do teor de SST encontrado neste estudo, podem ser atribuídas às ocasionais irregularidades de maturação dos frutos ou ainda a localização das amostras que foram analisadas, pois amostras retiradas da parte equatorial dos frutos são mais doces.

A variação obtida no teor de sólidos solúveis totais tem sido estudado com frutas tratadas com 1-MCP. Selvarajah, Bauchot e Jonh (2001), Hofman et al. (2001) e Fan e Mattheis (1999), relatam que o teor de SST aumentou em abacaxi, mamão e maçãs. Entretanto o teor de SST foi reduzido em morangos tratados com 1-MCP, independente da presença ou ausência de etileno exógeno (TIAN et al., 2000), e não foi afetado em manga (HOFMAN et al., 2001).

Os açúcares solúveis presentes nos frutos, normalmente constituem de 65% a 85% do teor de sólidos solúveis totais (CHITARRA e CHITARRA, 1990). O conteúdo de açúcares em melão não aumenta após a colheita. Assim, para se obter um produto com alto teor de açúcares é necessário que o fruto permaneça na planta até a completa maturidade. No entanto, na tentativa de capitalizar lucros no início das estações de cultivo, ou aumentar o período de vida útil pós - colheita, o melão é freqüentemente colhido antes de atingir este estágio.

3.1.4. Cor : Luminosidade (L*), Valor a*, Cromo e Hue

3.1.4.1. Luminosidade (L*)

A luminosidade não apresentou efeitos significativos ($P>0,05$) para nenhum dos fatores estudados. Os valores obtidos no início e final do armazenamento mínimos foram de 62,1 e 54,6 para o tratamento do fruto inteiro (T1), de 63,1 e 57,7 para o tratamento dos cubos (T2) e de 57,7 a 54,7 para o 1-MCP incorporado em sachês (T3) e de 53,8 a 55,5 para o tratamento controle (T4). A luminosidade é geralmente indicadora de escurecimento durante o armazenamento e/ou aumento da concentração de pigmentos. A estabilidade encontrada nos tratamentos pode ser explicada pela baixo conteúdo da enzima polifenoloxidase e compostos fenólicos oxidáveis.

Os valores de L* encontrados neste estudo são semelhantes aos encontrados por Machado (2003), em melões *Cantaloupe* minimamente processados advindos de frutos tratados com 100, 300 e 900 ng.mL^{-1} de 1-MCP. Neste, os valores também permaneceram praticamente estáveis durante 18 dias de armazenamento a 5°C, sendo que neste último tempo foi observado uma redução no valor. Arruda (2002), trabalhando com melão *Cantaloupe* 'Bonus II' minimamente processado observou valores para luminosidade inicial de 49,12 e final de 42,48 armazenado a 6°C, por 9 dias.

A variação nos valores encontrados neste estudo e outros apresentados podem ser explicados pela variedade dos frutos e ponto de maturação. Hofman et al. (2001), trabalhando com resposta de amadurecimento e qualidade em manga tratada com 1-MCP (25 ng.mL^{-1} / 14 horas / 20°C), observou que os frutos tiveram seus valores de L* reduzidos em 15 dias. Kiwis tratados com 0,5 e 5 ng.mL^{-1} de 1-MCP apresentaram valores de L* reduzidos em relação ao controle (BOQUETE et al., 2004).

3.1.4.2. Valor de a^*

Os valores de a^* foram significativos na interação tratamento x tempo ($P < 0,05$), assim o efeito do tempo para cada tratamento foi analisado pela análise de regressão. O comportamento destes valores para cada tratamento testado e suas equações ajustadas estão apresentados na Figura 4.

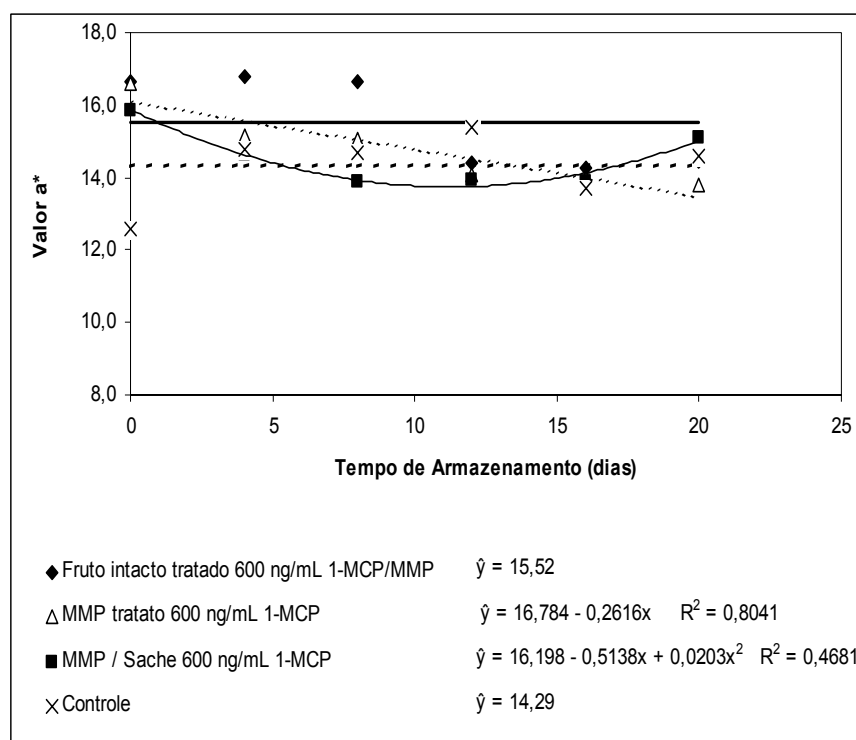


Figura 4 - Valor de a^* do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

A variação do valor de a^* , durante os 20 dias de armazenamento é pequena em relação a cada tratamento. Os valores obtidos no início e final do armazenamento foram de 16,6 e 14,4 para o tratamento do fruto inteiro (T1), de 16,6 e 13,1 para o tratamento dos cubos (T2) de 15,8 a 15,1 para a incorporação de 1-MCP em sachês (T3) e de 12,5 a 14,5 para o tratamento controle (T4). Estes valores indicam que, independente do tratamento, os produtos preservaram sua cor original (amarelado).

3.1.4.3. Croma (Saturação)

Os valores de croma apresentaram efeito significativo para a interação tratamento x tempo ($P < 0,05$), assim o efeito do tempo em cada tratamento foi analisado pela análise de regressão. Os valores de croma (saturação) e as equações ajustadas para os tratamentos testados estão apresentados na Figura 5.

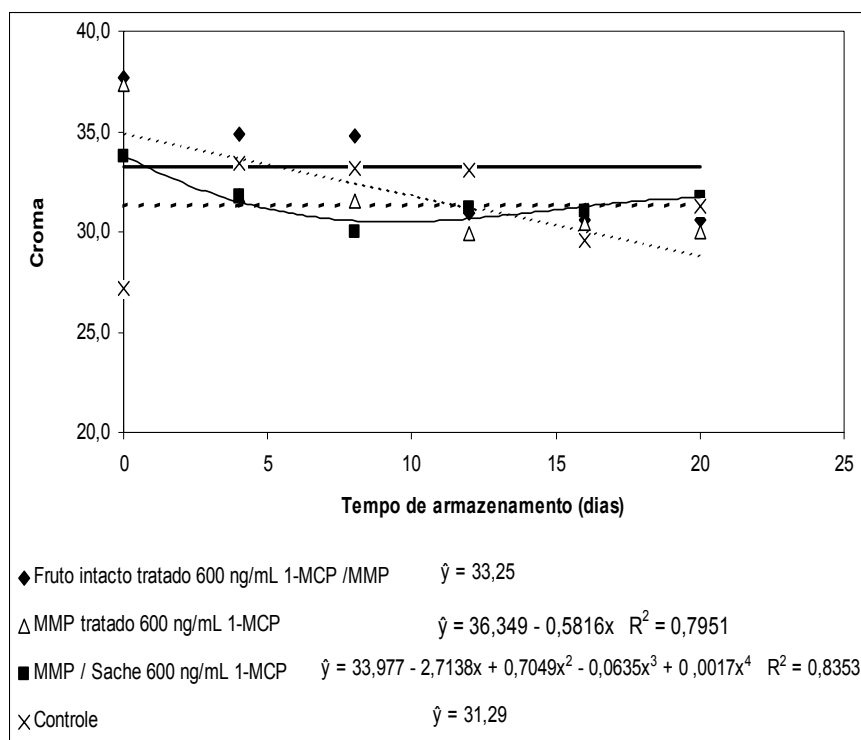


Figura 5 - Croma (C) do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

O croma (saturação) para os tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP (T1,T2) apresentou uma tendência de queda durante os 20 dias de armazenamento. Para o tratamento do fruto inteiro (T1) este valor variou de 37,6 a 30,5 e no tratamento dos cubos a variação foi de 37,3 a 28,2. Valores semelhantes foram encontrados por Machado (2003), quando avaliou o croma (saturação) de melões *Cantaloupe* minimamente advindos de frutos tratados com 1-MCP. Neste foi relatado que o croma iniciou com valor médio de 36,8 e decresceu para 30,7 ao nono dia de armazenamento.

O tratamento controle (T4) manteve uma maior estabilidade durante o tempo e o de sachê (T3) apresentou uma variação maior em relação aos demais tratamentos durante todo período de armazenamento. Apesar da variação encontrada no tratamento com sachês, visualmente a cor não foi afetada. A variação do croma em melões é comum, visto que este parâmetro varia de acordo com a localização da amostra no fruto, isto é, geralmente aumenta com o tempo de armazenamento para cubos retirados da região equatorial e basal e decrescem para aqueles retirados da região apical.

O croma e Hue, quando avaliados para mangas submetidas à tratamentos de 25 ng.mL⁻¹ de 1-MCP (14 h / 20°C) e 100 µL de etileno (24 h / 20°C), não foram afetadas significativamente (P>0,05) pelos tratamentos (HOFMAN et al., 2001). Frutos como lima 'Tahiti', tratados por 12 horas com 1 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenados a 5°C e submetidos a condições de exposição de temperaturas mais elevadas (20 e 38°C) em vários tempos, foram avaliados quanto à sua cromaticidade em 30 e 60 dias, sendo que os frutos apresentaram valores amarelo mais intenso somente com 60 dias, ou seja com 30 dias os valores de cromaticidade não variaram nos tratamentos testados (KLUGE et al.; 2003). Kiwis tratados com 0,5 e 5,0 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenados a 20°C por 32 dias apresentaram variações pequenas nos valores de croma (BOQUETE et al.; 2004).

3.1.4.4. Ângulo de tonalidade (Hue)

Os valores de Hue apresentaram efeito significativo (P<0,05) para a interação tratamento x tempo, assim o efeito do tempo em cada tratamento foi analisado pela análise de regressão. Os valores encontrados para o ângulo Hue e suas equações ajustadas para cada tratamento são representados na Figura 6.

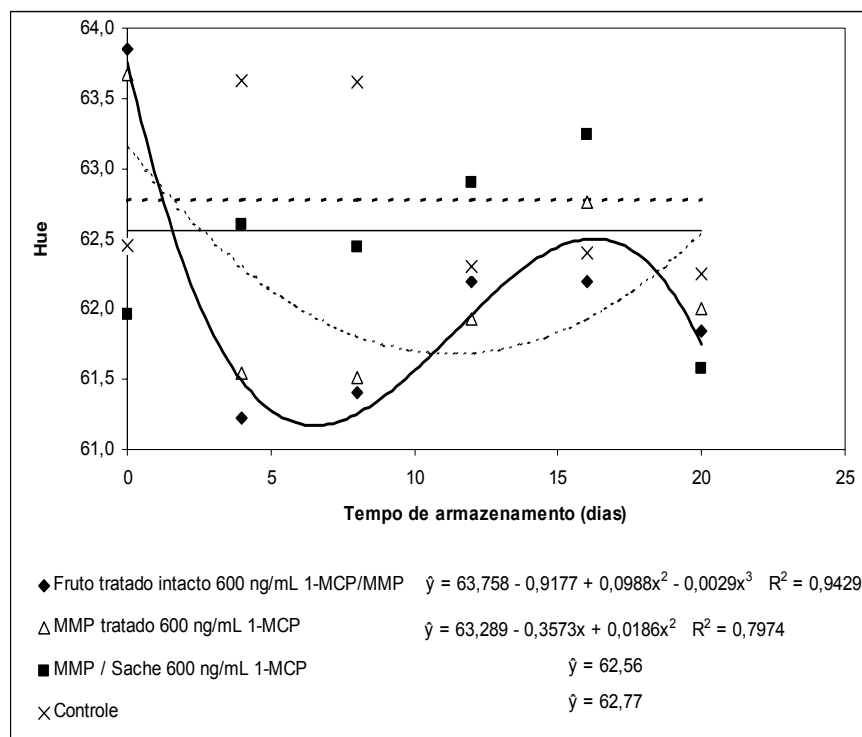


Figura 6 - Ângulo de tonalidade (Hue) do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng. mL⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

Nos resultados apresentados, verifica-se que, independente do tratamento, o ângulo de tonalidade reduziu no final do tempo de armazenamento em relação ao valor inicial do Hue. Observando os tempos 0 e 20 dias, os valores do Hue para o tratamento do fruto intacto (T1) foram de 63,8^o e 61,8^o, para os cubos tratados (T2) foram de 63,6 a 63,2^o, para o tratamento com sachês incorporados com 1-MCP (T3) foram de 61,9 a 61,5^o e para o controle (T4) foram de 62,4 e 62,3^o. Os decréscimos observados para os valores do ângulo Hue sugerem uma pequena mudança da tonalidade da cor amarela ao longo do período de armazenamento. Machado (2003), em seu trabalho com melões minimamente processados tratados com 1-MCP, encontrou valores semelhantes para o ângulo Hue, em que foi observado um decréscimo do valor no final dos 18 dias de armazenamento.

Os resultados deste estudo também estão de acordo com os encontrados por Pinto (2002), que relatou valores iniciais de 66,97^o e final de 64,94^o para o melão `Orange Flesh` minimamente processado, armazenado a 3°C por 18 dias.

Dentre os tratamentos testados pode-se relatar pela Figura 7 que os tratamentos 1 e 2 apresentaram praticamente o mesmo comportamento até o 16^a dia com uma queda nos primeiros quatro dias e, a partir deste tempo um acréscimo. Enquanto que nos tratamentos 3 e 4 o Hue aumentou nos primeiros quatro dias e manteve-se estável até o oitavo, a partir deste tempo os cubos do tratamento 4 permaneceram com a tonalidade constante, enquanto os do tratamento 3 sofreram variações.

Apesar das variações encontradas nos valores dos parâmetros que avaliam a cor, esta diferença não foi percebida visualmente. A coloração na polpa do melão *Cantaloupe* é constituída, principalmente, pelos pigmentos carotenóides, dos quais o β -caroteno constitui 85% (CURL, 1996). O comportamento decrescente encontrado neste estudo para os valores de croma e Hue durante o armazenamento de melão *Cantaloupe* para os tratamentos 1 e 2 pode ser atribuído a um aumento na degradação dos carotenóides, durante o período de armazenamento.

O efeito do 1-MCP (100, 300 e 1000 ng.mL⁻¹) por 24h / 20°C no valor do ângulo Hue foi testado em bananas para avaliar a mudança da coloração da casca como resposta ao amadurecimento. Um decréscimo do ângulo Hue foi observado nos frutos controle e tratados, mas a redução destes valores foram menores nas concentrações de 300 e 1000 ng.mL⁻¹ (PELAYO et al. 2003).

De acordo com Blankenship e Dole (2003) o 1-MCP previne ou retarda a degradação de clorofila e vários tipos de mudanças de cor em uma grande variedade de culturas, entretanto cada uma delas apresenta peculiaridades que podem diferenciar em relação a estas mudanças.

3.1.5. Firmeza

A firmeza apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para a interação tratamento x tempo. Assim o efeito do tempo em cada tratamento foi analisado por análise de regressão. O comportamento de cada tratamento sobre a firmeza bem como suas equações ajustadas estão apresentados na Figura 7.

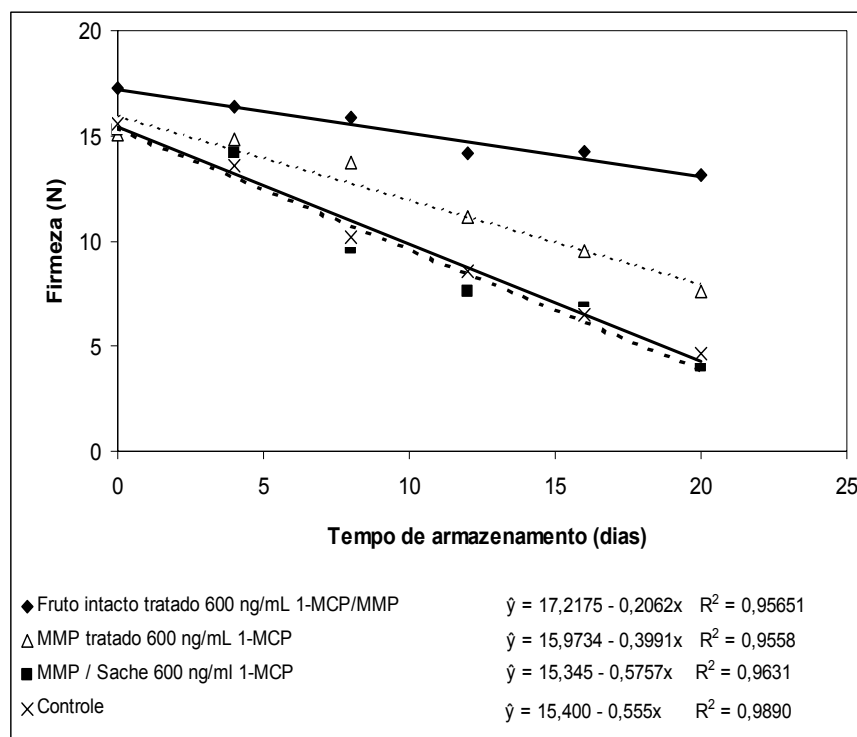


Figura 7 - Firmeza (N) do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

Nos resultados apresentados na figura anterior, verifica-se que o tratamento que apresentou melhor firmeza durante os 20 dias de armazenamento foi o fruto inteiro tratado com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP (T1), perdendo apenas 23% (13,1N) da firmeza inicial (17N). Os cubos minimamente processados (T2) apresentaram perda na firmeza na ordem de 52,2% (7,6N) em relação à firmeza inicial (15,9N), enquanto que os tratamentos com sachês e controle, apresentaram comportamento semelhante com perda na textura na ordem de 70,6 % (16 a 4,7 N) e 68,75% (16 a 5N), respectivamente, durante os 20 dias de armazenamento a 5°C.

Os resultados para os tratamentos controle foram semelhantes aos de Pinto (2002), que reportou uma redução na firmeza de aproximadamente 52% para melão *Orange flesh* minimamente processado e armazenado por 18 dias à 6°C, enquanto Arruda (2002) reportou perda de 42% para o melão *Cantaloupe* 'Bonus II' processado em cubos e armazenado por 9 dias à 6°C. Nestes experimentos os melões não foram tratados com 1-MCP.

Os MMP tratados com 1-MCP e controle neste estudo apresentaram-se menos firmes que os melões tratados com 100, 300 e 900 ng.mL⁻¹ relatados por Machado (2003). Neste, os cubos provenientes de frutos não tratados que apresentaram um valor inicial de textura de aproximadamente 19N, apresentaram uma redução na firmeza em torno de 33,27%, enquanto os cubos provenientes de frutos tratados com 100, 300 ou 900 ng.mL⁻¹ apresentaram reduções de 16,73; 9,44 e 11,88%, respectivamente, ao final do experimento. A diferença dos resultados entre os experimentos, em relação à textura, pode ser explicada: enquanto na pesquisa conduzida por Machado (2003), os frutos foram tratados imediatamente após a colheita. Neste trabalho, os melões receberam os tratamentos cerca de 40 horas após a colheita, devido à necessidade de transportá-los até o laboratório onde se realizou o processamento. Além disso, a textura inicial das amostras foi menor que aquelas reportadas por Machado (2003). A importância do tempo de colheita até a aplicação do 1-MCP depende da cultivar. No caso de melão *Cantaloupe*, a produção de etileno inicia-se logo após a colheita, sendo então importante aplicar tratamentos de inibidores da produção deste gás, tão logo se realize a colheita.

Os tratamentos com 1-MCP, apresentaram efeito benéfico na firmeza do MMP originados do fruto intacto e dos cubos minimamente processados em relação ao fruto não tratado. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Almeida (2002), que relata que a aplicação de 100, 300 e 900 ng.mL⁻¹ de 1-MCP promoveu a manutenção da firmeza do melão *Cantaloupe* 'Hy-Mark', com destaque para as doses 300 e 900 ng.mL⁻¹ que resultaram em frutos mais firmes e com melhor aparência em relação a menor dose.

Vários fatores como estágio de maturação, tempo da colheita para consumo ou processamento, manuseio e temperatura de transporte e armazenamento, influenciam no comportamento da firmeza de melões *Cantaloupe in natura* ou minimamente processados. Portela (1998) reporta que a firmeza do melão minimamente processado está relacionada com a localização da amostra no fruto, e que, pedaços localizados na região dorsal, apresentaram valores de firmeza consideravelmente maiores do que aqueles observados para pedaços localizados na região equatorial ou basal.

De acordo com Lamikanra (2002), a perda da firmeza de melões *Cantaloupe* está associada com as modificações ocorridas nos polissacarídeos celulósicos e pécticos e na perda da rede de açúcares neutros não celulósicos.

Outros trabalhos relatam que as alterações da firmeza dos frutos estão relacionadas com a baixa atividade da poligalacturonase e celulase quando utiliza-se 1-MCP. Entretanto, a enzimologia destes frutos ainda não é totalmente conhecida.

O 1-MCP tem sido aplicado como estratégia para aumentar a vida pós-colheita de muitos frutos, contudo, outras investigações devem ser realizadas quanto ao comportamento fisiológico dos frutos minimamente processados.

3.1.6. Teor de oxigênio (%)

O teor de oxigênio no interior das embalagens indicou que os tratamentos estudados não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) na concentração de oxigênio. Entretanto, o oxigênio variou em função do tempo ($P < 0,05$) e esta foi estudada por meio de regressão. O comportamento da variação de oxigênio está representado na Figura 8. A concentração de oxigênio avaliada no interior da embalagem com os produtos tratados e não tratados pode nos sugerir um comportamento da respiração do produto e ainda, a probabilidade de desenvolvimento de alguns microrganismos.

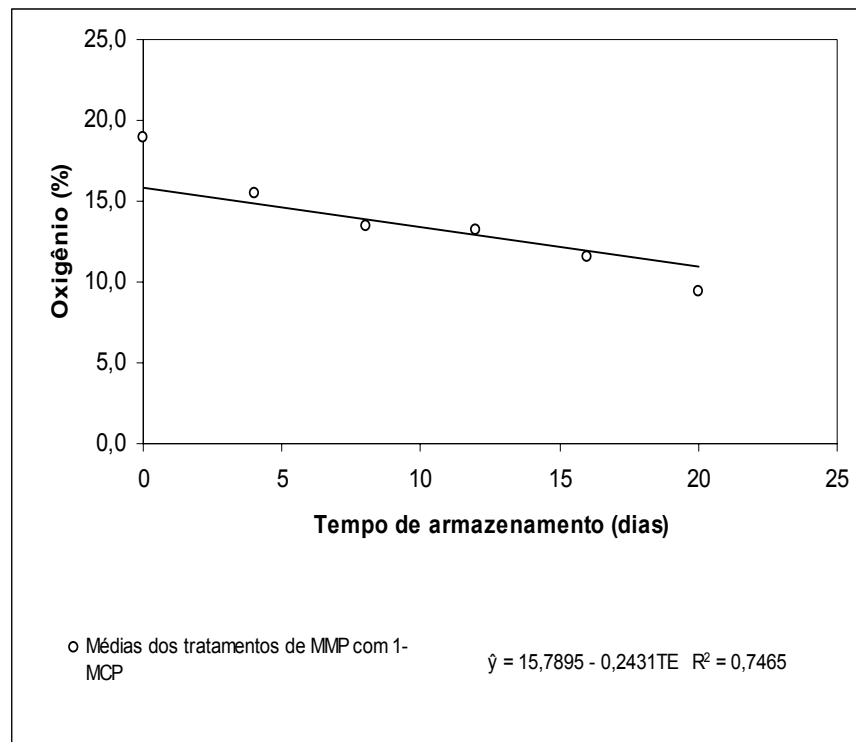


Figura 8 - Concentração de oxigênio (%) do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

A concentração de oxigênio à partir de quatro dias de armazenamento decresceu para todos os tratamentos, sendo que no final de 20 dias, esta concentração ficou em torno de 8,5% para os tratamentos 2, 3 e 4, enquanto os produtos do tratamento 1 encontrava-se na faixa de 12%. Essa redução pode ser justificada, entre outros fatores, à taxa respiratória do melão *Cantaloupe* que é reportada como uma média de 65 a 69 $\text{mg. Kg}^{-1} \cdot \text{H}^{-1}$ de CO_2 (WILSON et al., 2001) e ALMEIDA (2002) e que neste tempo deve ter ocorrido um consumo maior do oxigênio disponível no interior da embalagem, associado à baixa taxa de permeabilidade da embalagem ($16,4 \text{ mL de O}_2/\text{dia}$) para este gás. A menor concentração de O_2 foi encontrada no tratamento controle, este dado mostra-se consistente com a condição do produto. Neste, não foi aplicado 1-MCP e o maior consumo pode ser correlacionado com uma maior taxa de respiração em relação aos frutos tratados.

O teor de oxigênio presente no interior da embalagem assegura que o melão minimamente processado não foi submetido a condições de anaerobiose, prevenindo o crescimento de bactérias anaeróbias. Este fato é

importante para segurança do produto, visto que o melão *Cantaloupe* possui um pH de 6,0 a 6,5, propício para desenvolvimento de bactérias, principalmente os patogênicos. Entretanto, a concentração de oxigênio encontrada nos tratamentos estudados pode promover o crescimento de mesófilos aeróbios que são microrganismos deterioradores.

3.1.7. Quantificação de etileno

O etileno apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) em função dos tratamentos e interação entre tempo x tratamento. Assim estudou-se o efeito do tempo de armazenamento em cada tratamento, através da análise de regressão. O comportamento da produção de etileno de cada tratamento e suas equações ajustadas estão apresentados na Figura 9.

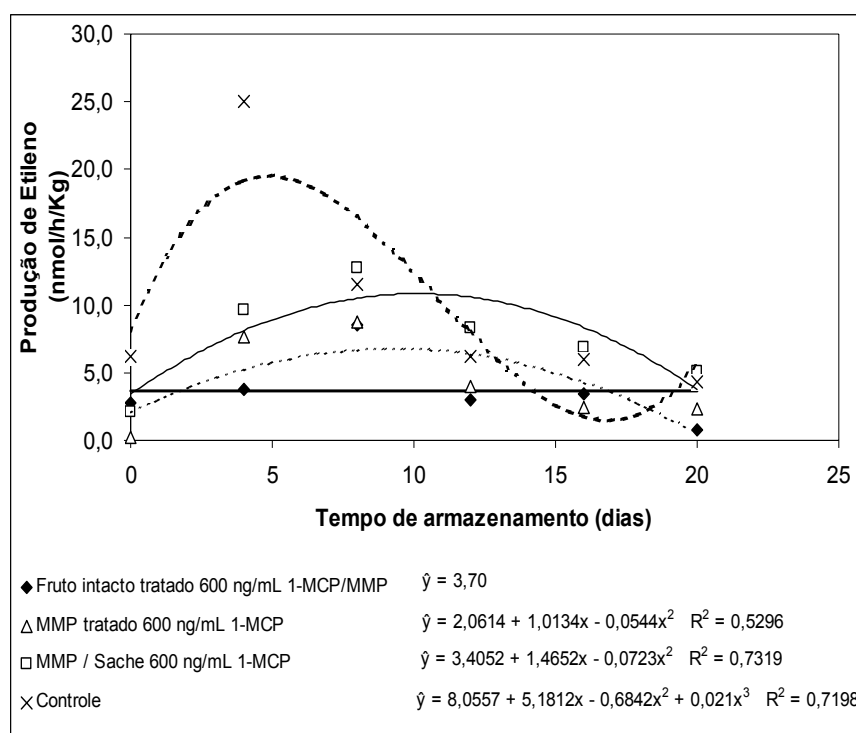


Figura 9 - Produção de etileno do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP e armazenado a 5°C nas embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

A produção de etileno foi maior nos cubos controle (T4) e nos cubos que foram acondicionados em embalagens com sachês incorporados de 1-MCP

(T3). O fruto intacto tratado (T1) e os cubos tratados (T2) apresentaram valores menores na produção de etileno. Estes resultados mostram consonância com os encontrados para textura, visto que os tratamentos T1 e T2 que apresentaram menor produção de etileno proporcionaram também melhor textura.

A produção de etileno do T3 em que o 1-MCP foi incorporado ao sachê, foi inferior ao do controle nos primeiros 4 dias, entretanto a partir deste tempo o comportamento deste gás foi semelhante ao tratamento controle. Sugere-se então que o 1-MCP se dissipou muito mais rápido quando foi submetido às condições do tratamento 4 (controle). Embora a aplicação do produto tenha sido realizada de forma criteriosa e com a maior brevidade possível, as condições utilizadas não permitiram que a liberação do 1-MCP fosse mais lenta.

Macnish et. al., (2004) pesquisaram quatro sistemas de incorporação de 1-MCP em embalagens de flores para exportação, sendo: 1) vidro com capacidade de 8,5 ml com uma tampa de borracha com um furo de 4 mm de diâmetro; 2) tubos de PVC e de borracha de 14 cm de comprimento, 6 mm de diâmetro e espessuras de 1,5 e 2,4 mm respectivamente, fechado nas extremidades com tampas de vidro; 3) sachês de polietileno de baixa densidade (PEBD) (5 x 5 cm), selado à quente nos quatro lados e 4) pedaços de borracha de 1cm² por 1,4 mm de espessura. Após o preparo dos sistemas, eles foram colocados em caixas de papelão utilizadas para transporte de flores e a liberação do 1-MCP foi quantificada. O resultado mostrou que a liberação do 1-MCP contida nos tubos de PVC aumentou com o tempo, sendo o sistema mais promissor. Os sachês de PEBD tiveram sua liberação decrescendo ao longo do tempo e após 60 horas era insignificante. Sachês incorporados com 1-MCP na embalagem de brócolis minimamente processado promoveu ao produto uma melhor cor, textura e teor de vitamina C, entretanto não foram mostrados dados da liberação do gás ao longo do tempo (YAMASHITA et al., 2004).

De acordo com Suslow, Cantwell and Mitchell (2002), as taxas de produção de etileno para o *Cantaloupe* (fruto intacto) são de 40-80 µl / kg / h a 20°C e para os pré-cortados de 7-10µl /kg·h a 5°C. Melões *Cantaloupe* são sensíveis à resposta de etileno exógeno, que podem apresentar problemas durante a armazenagem e distribuição, principalmente quando são pré-

cortados. Assim, estratégias para inibição do etileno devem ser mais estudadas.

No experimento em estudo, os cubos controle apresentaram o maior pico da produção de etileno no 4º dia na ordem de $25 \text{ nmol.h}^{-1}.\text{kg}^{-1}$. Enquanto que nos cubos tratados, o pico foi retardado e aconteceu no 8º dia sendo de 8,48, 8,8 e $12,77 \text{ nmol.h}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ para os cubos do fruto intacto, os minimamente processados e os de sachês, respectivamente.

Almeida et al. (2001a), trabalhando com este produto em melão *Cantaloupe*, híbrido 'Acclaim', encontraram diminuição da intensidade e atraso nos picos de etileno, e aumento de vida útil de até 10 dias dos frutos tratados em relação aos frutos testemunha. O efeito da aplicação das doses de 1-MCP (100, 300 e 900 ng.mL^{-1}) na produção de etileno também foi observado quando Almeida (2002), aplicou em melões *Cantaloupe*, variedade 'Hy-Mark' após a colheita e submeteu estes frutos à temperatura de refrigeração durante 14 dias. Neste, o autor observou que os frutos submetidos às doses de 300 e 900 ng.mL^{-1} de 1-MCP tiveram taxas máximas de $14,79$ e $12,51 \text{ } \mu\text{L de etileno.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$. No entanto, estes são resultados para frutos inteiros, pois poucos trabalhos elucidam sua ação em frutos minimamente processados. Madrid e Cantwell (1993) apud Lamikanra (2002), reportam que o armazenamento de pedaços de *Cantaloupe* em 0 a $2,5^\circ\text{C}$ praticamente suprimiu a produção de etileno quando comparado aos que foram armazenados em maiores temperaturas.

De acordo com Lamikanra (2002), o estresse causado pelo corte em produtos minimamente processados induz a produção de etileno e o tempo para o início desta resposta varia de poucos minutos para uma hora após o corte com taxas máximas sendo produzidas entre 6 a 12 horas. Entretanto, o efeito potencial causado pelo corte na produção de etileno depende do tipo e da fisiologia do tecido em questão.

As respostas da produção de etileno após o corte são diferentes entre produtos. Contradições têm sido relatadas em bananas e *Cantaloupe* cortados. A produção de etileno aumentou em bananas cortadas em um caso (ABE et al., 1998), enquanto em trabalhos de Watada, Abe e Yamauchi (1990) este aumento não foi observado. Melões *Cantaloupe* pré-cortados resultaram no aumento da produção de etileno, segundo trabalho de Hoffman e Yang (1982), mas em outro estudo a produção de etileno foi reduzida (LUNA-GUZMAN, CANTWELL e BARRET, 1999). No caso das bananas, as respostas foram

explicadas pelo diferente estágio de maturação nos dois estudos. No primeiro caso, elas foram cortadas verdes e no segundo, se encontravam totalmente amarela em estágio pós - climatérico no momento do corte. Em melões *Cantaloupe*, no primeiro caso os frutos foram cortados em fase pré - climatérica e no segundo caso, o corte ocorreu na fase pós - climatérica (LAMIKANRA, 2002). Estas informações sugerem a importância de se conhecer o estágio de maturação dos frutos, principalmente os climatéricos, no entendimento do efeito do corte na produção de etileno.

O decréscimo da produção de etileno após a exposição a 1-MCP é consistente com resultados reportados para muitos frutos climatéricos. É esperado que tratamentos que reduzem a produção de etileno deveria ser associado com a baixa taxa respiratória. Neste experimento foi observado durante os 20 dias de armazenamento que os tratamentos que originaram melhor qualidade nos produtos foram os que apresentaram menor produção de etileno. Considerando que produtos minimamente processados teoricamente apresentem uma taxa respiratória mais elevada que produtos intactos, a magnitude desta independe da concentração de etileno em frutos climatéricos como melões *Cantaloupe*. Segundo Kays (1991) a síntese do etileno em *Cantaloupe* precede o pico da respiração climatérica. Assim a aplicação de 1-MCP em melões *Cantaloupe* minimamente processados deve ser vista como potencial para aumentar a qualidade e vida útil destes produtos.

3.2. Análises microbiológicas

3.2.1. Contagem de mesófilos aeróbios

A contagem de mesófilos foi significativa ($P < 0,05$) para os tratamentos e tempo de armazenamento. Assim estudou-se o efeito do tempo em cada tratamento por meio da análise de regressão. A sobrevivência de mesófilos ao longo do tempo para os tratamentos foi avaliada. O comportamento da contagem mesofílica e as equações ajustadas para os tratamentos testados estão apresentados na Figura 10.

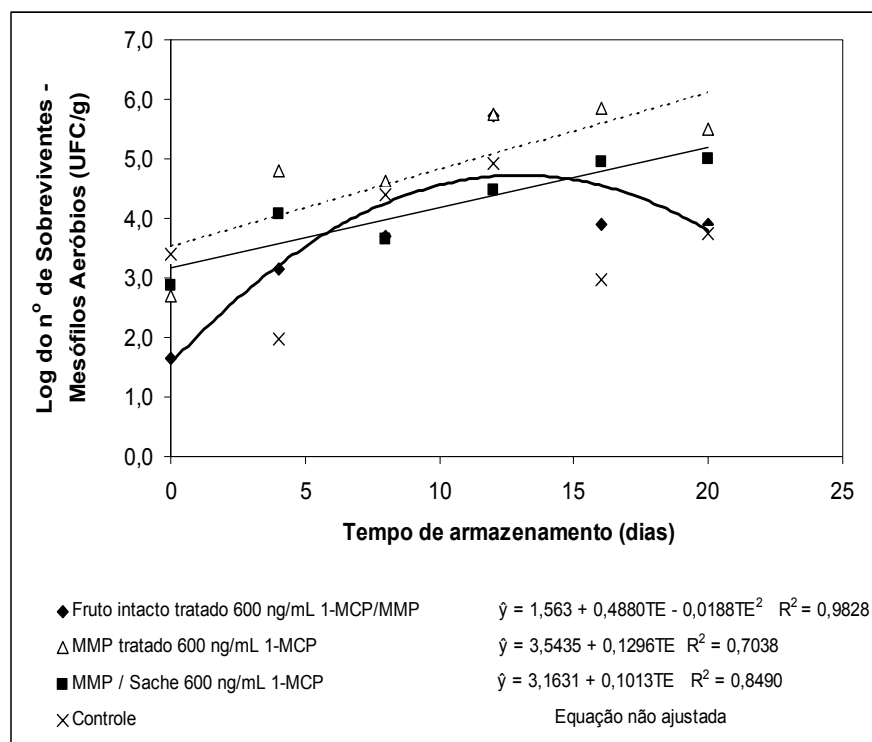


Figura 10 - Logaritmo do número de sobreviventes de mesófilos do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

A contagem de mesófilos variou de 1,66 a 3,91 log UFC/g para os cubos oriundos do fruto intacto tratado (T1); de 2,69 a 5,49 log UFC/g para os cubos minimamente processados tratados (T2); de 2,87 a 5,01 log UFC/g para os cubos acondicionados nas embalagens com sachês incorporados de 1-MCP (T3) e de 3,39 a 3,75 log UFC/g para os MMP controle (T4). Considerando que foi adotado os princípios de boas práticas de fabricação para o processamento dos melões submetidos aos tratamentos avaliados, atribui-se a variação ocorrida durante o armazenamento à própria amostra.

Atualmente não existem trabalhos que relacione o efeito do 1-MCP na redução de mesófilos. Contudo, de acordo com os resultados obtidos, observam-se contagens máximas na ordem de 10⁶ UFC/g. Estes resultados encontrados estão abaixo da faixa de 10¹ - 10⁹ UFC/g observada em trabalhos realizados por Lamikanra (2002) em frutas e hortaliças minimamente processadas. Especificamente para *Cantaloupe* minimamente processado, Sapers e Simmons (1998) reportaram contagens de 6,1 log UFC/g. Variações na contagem de mesófilos em frutas e hortaliças minimamente processadas

são reportadas por Nguyen e Carlin (1994). Entretanto, para cada variedade deve-se observar as características inerentes como pH, atividade de água, potencial de óxido - redução e, no caso de frutas minimamente processadas, estes fatores devem estar associados às condições de armazenamento como temperatura, embalagem e ainda aspectos fisiológicos dos frutos, pois os microrganismos mesofílicos atuam de forma variável na qualidade do produto final.

A relação da aplicação do 1-MCP com aumento da segurança microbiológica de produtos vegetais intactos e minimamente processados tem sido pouco estudada.

3.2.2. Contagem de psicrotróficos aeróbios

A contagem de psicrotróficos foi significativa ($P < 0,05$) em função do tempo, assim estudou-se o efeito do tempo por meio de análise de regressão. A contagem dos psicrotróficos e a equação ajustada estão representadas na Figura 11.

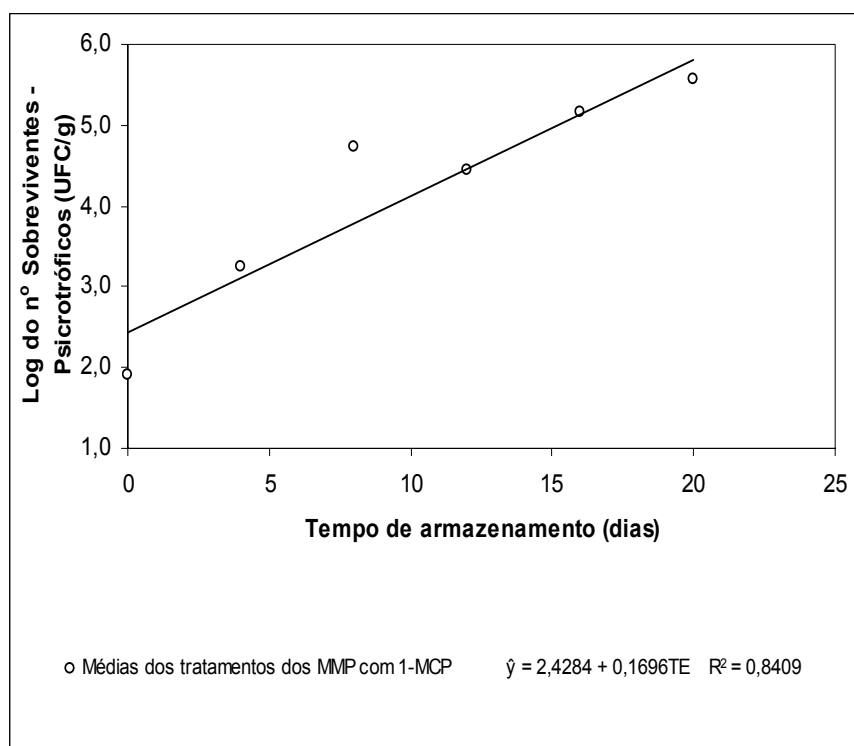


Figura 11 - Logaritmo do número de sobreviventes de psicrotróficos do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP- Melão minimamente processado

A contagem de psicotróficos variou de 1,44 a 5,67 log UFC/g para os cubos oriundos do fruto intacto tratado (T1); de 1,97 a 5,52 log UFC/g para os cubos minimamente processados tratados (T2); de 1,35 a 5,35 log UFC/g para os cubos acondicionados nas embalagens com sachês incorporados de 1-MCP (T3) e de 2,85 a 5,81 log UFC/g para os MMP controle (T4). De acordo com os resultados a variação foi pequena entre os tratamentos, entretanto os produtos derivados dos tratamentos 1 e 3 apresentaram as menores contagens.

Os psicotróficos são microrganismos de interesse em produtos minimamente processados, pois a temperatura de refrigeração seleciona algumas espécies que são indesejáveis para a qualidade do produto. Barriga et al. (1991) associaram contagens de psicotróficos entre 10^6 a 10^7 UFC/g à queda na qualidade visual de produtos minimamente processados, outros autores relacionam que estes microrganismos são comumente encontrados em até 10^9 UFC/g em hortaliças minimamente processadas.

Nesse experimento a contagem de psicotróficos não ultrapassou 10^6 UFC/g em 20 dias de armazenamento. Comparando estes resultados com os reportados anteriormente, verifica-se que as contagens obtidas para melão *Cantaloupe* minimamente processado foram menores.

Considerando, que o produto tem um pH de 6,5 e uma atividade de água maior que 0,90, pode-se concluir que a qualidade microbiológica encontra-se com valores normais.

Neste estudo foi observado visualmente o comportamento de cada tratamento quanto a sua qualidade. Quando avaliado em cada tempo, percebeu-se alterações na textura do tecido e em algumas embalagens verificava-se a perda de suco celular, principalmente nos tratamentos referentes aos cubos minimamente processados e os acondicionados nas embalagens com sachês incorporados de 1-MCP.

3.2.3. Contagem de fungos filamentosos e leveduras

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi significativa ($P < 0,05$) em relação ao tempo de armazenamento. Assim estudou-se o efeito do tempo por meio da análise de regressão. A contagem de fungos filamentosos e leveduras a equação ajustada está representada na Figura 12.

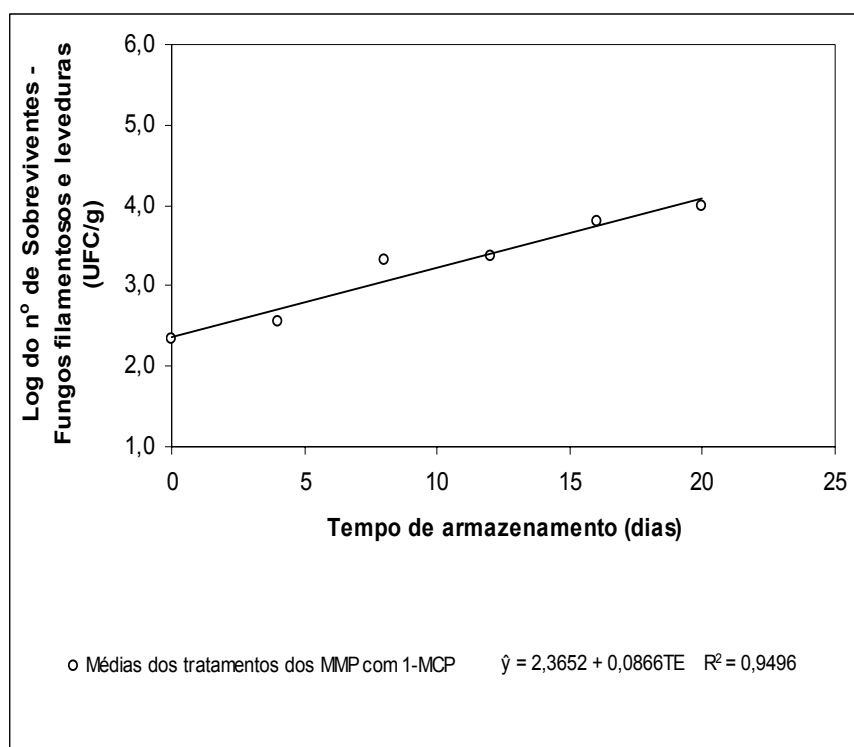


Figura 12 - Logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras do melão minimamente processado submetido a tratamentos com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenado a 5°C em embalagens PET durante 20 dias.

MMP - Melão minimamente processado

A contagem de fungos filamentosos e leveduras variou de 3,06 a 4,38 log UFC/g para os cubos oriundos do fruto intacto tratado (T1); de 1,67 a 4,84 log UFC/g para os cubos minimamente processados tratados (T2); de 1,77 a 3,06 log UFC/g para os cubos acondicionados nas embalagens com sachês incorporados de 1-MCP (T3) e de 2,87 a 3,71 log UFC/g para os MMP controle (T4). Verifica-se com o resultado obtido que a maior contagem no final do armazenamento foi para os cubos minimamente processados tratados. Este fato pode ser explicado pelo maior manuseio exigido neste tratamento, em que o produto ficou acondicionado em bandejas na câmara de tratamento de 1-MCP por 12 horas, a uma temperatura de aproximadamente 8°C e só depois foi acondicionado nas caixas PET e armazenado à 5°C.

Poucas evidências existem em relação ao controle de fungos com 1-MCP em frutas minimamente processadas. Janisiewicz et al. (2003), inocularam maçãs com *Coletrotrinchum acutatum* e *Penicillium expansum* e trataram com 1-MCP para avaliar o controle destes patógenos durante quatro

meses. Os resultados mostraram que as maçãs tratadas com 1-MCP apresentaram declínio na população destes patógenos em relação ao controle. O autor explica que esta redução deve-se provavelmente à retardação do processo de maturação e, conseqüentemente a extensão dos mecanismos de ação natural de defesa.

3.2.4. Pesquisa de *Salmonella* sp.

Neste estudo foi confirmada a ausência de *Salmonella* sp em 25 g em todos os tratamentos observados.

Não existe legislação específica para frutas e hortaliças minimamente processadas, alguns critérios são estabelecidos na Resolução RDC nº 12 da ANVISA (2001), que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, em que para frutas frescas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, determina a ausência de *Salmonella* em 25g e uma contagem máxima de 5×10^2 UFC/g de coliformes a 45° C.

A Comunidade Européia, especificamente a França, também especifica critérios como ausência de *Salmonella* em 25g, coliformes a $44,5^{\circ}$ C em 10^3 UFC/g e contagem total até 5×10^7 UFC/g, para saladas com hortaliças minimamente processadas (NGUYEN-THE e CARLIN, 1994).

Diante do fato do crescimento que segmento de frutas e hortaliças minimamente processadas vem apresentando, os procedimentos para aumentar qualidade e segurança devem ser bem estabelecidos. O fato destes produtos serem considerados vivos e não permitirem tratamentos térmicos, torna-se necessário utilizar da tecnologia de barreiras e outros procedimentos que promovam melhoria da qualidade e segurança. No caso do 1-MCP este pode contribuir para a qualidade em melões *Cantaloupe*, inibindo a liberação de etileno, que acontece geralmente por ocasião de armazenamento e transporte inadequados, resultando em efeitos indesejáveis, tais como, amadurecimento e amolecimento acelerado dos tecidos.

4. CONCLUSÕES

- Os parâmetros físico-químicos como, pH, Sólidos Solúveis Totais (SST- °Brix) permaneceram praticamente inalterados com os tratamentos com 1-MCP.
- A luminosidade e os valores de a^* permaneceram praticamente estáveis, durante o tempo de armazenamento para todos os tratamentos, enquanto os resultados para Cromo e Hue apresentaram variações. No entanto, essas variações não afetaram a cor do produto final, em nenhum dos tratamentos.
- Os valores de firmeza foram maiores para os melões minimamente processados oriundos do fruto inteiro e dos cubos minimamente processados tratados com 1-MCP.
- Maior concentração de oxigênio no interior da embalagem, durante o período de armazenamento, foi observada no tratamento com melões minimamente processados oriundos do fruto inteiro.
- A produção de etileno foi menor nos melões minimamente processados oriundos do fruto inteiro e dos cubos minimamente processados e tratados com 1-MCP.
- A contagem de mesófilos aeróbios, dos melões minimamente processados, aumentou em todos os tratamentos durante o período de armazenamento, mas a contagem em todos os tratamentos não ultrapassou 10^6 UFC/g no final deste tempo.
- A contagem total de psicrotóxicos aeróbios, dos melões minimamente processados, aumentou em aproximadamente 3,3 ciclos log, mas não ultrapassou 10^6 UFC/g no final do armazenamento.
- A contagem total de fungos filamentosos e leveduras dos melões minimamente processados aumentou em aproximadamente 1,7 ciclos log, mas não ultrapassou 10^5 UFC/g no final do armazenamento.
- Foi confirmada a ausência de *Salmonella* sp. em 25g nos melões minimamente processados de todos os tratamentos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, K.; TANASE, M.; and CHANCHIN, K. Studies on the physiological and chemical changes of fresh-cut bananas (Part 1). Effect of cutting modes on the changes of physiological activity and deterioration in fresh-cut green tip bananas. **J. Japan . Soc. Hort. Sci.** 67: 123-129, 1998.

ALMEIDA, A . S. Conservação de melão *cantaloupe* 'Hy-Mark' Tratado com 1-metilciclopropene (1-MCP) após a colheita. Mossoró: ESAM, 2002. 168p. **(Dissertação de mestrado)**.

ALMEIDA, A.S.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; PEREIRA, M.E. C.; ABREU, C.R.A. Conservação de melão cantaloupe 'Acclaim' submetido à aplicação pós-colheita de 1-MCP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, Suplemento CD-Rom, julho 2001a.

ALMEIDA, A.S.; PEREIRA, M.E.C.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MENEZES, J.B. Amadurecimento de manga 'Tommy Atkins' em dois estádios de maturação submetidas à aplicação pós-colheita de 1-MCP. In: XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2000, Fortaleza - CE. **Resumos do XVI Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical/SBF. CD-Rom. v.1. p.434. 2000.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U. - Diário Oficial da União; 10 /01/2001.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. Washington DC, 1994, 1904p.

ARRUDA, M.C. Processamento mínimo de melão rendilhado: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. Piracicaba: ESALQ, 2002. 71p. **(Dissertação de mestrado)**.

BARRIGA, M.I.; TRACHY, G.; WILLEMONT, C.; SIMARD. R.E. Microbial changes in shredded iceberg lettuce stored under controlled atmospheres. **Journal of Food Science**. 56 (6), 1586-1599, 1991.

BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology** 28, 1-25, 2003.

BOQUETE, E.J.; TRINCHERO, G.D.; FRASCHINA, A . A.; VILELLA, F.; SOZZI, G. O . Ripening of "Hayward" kiwifruit treated with 1-methylcyclopropene after cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, 32, 57-65, 2004.

BRECHT, J. K. Physiology of Lightly Processed Fruits and Vegetables. HortScience, v. 30, n.1, p.18-22, feb. 1995.

CHITARRA, A . B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós - colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**, Lavras: ESAL/FAEPE, 293p. 1990.

CURL, A.L. The carotenoids of muskmelon. **Journal of Food Science**. Chicago, v.31, p.759-761, 1996.

DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H.; Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of "Canino" apricots and "Royal Zee" plums. **Postharvest Biology and Technology**, 24, 135-145, 2002.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P. Methyl jasmonate promotes apple fruit degreening independently of ethylene action. **HortScience** 34, 310-312, 1999.

FENG, X.; APELBAUM, A . SISLER, E.C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, 20, 143-150, 2000.

FERNANDES, P. M de. G.C. Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido Orange Flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. Lavras: UFLA, 1996. 68p. (**Dissertação de mestrado**).

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

GUIMARÃES, A.A.; SOUZA, P.A. de.; MENEZES, J.B.; GOMES JR, J.; CARNEIRO, C.R.; COSTA, F.B. da. Armazenamento refrigerado de melão *Galia* 'SolarKing'. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento CD-Rom, 2001.

HOFMAN, P.J; JOBIN-DECOR; MEIBURG, G.F.; MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41 p. 567-572, 2001.

HOFMANN, N.E.; YANG, S.F. Enhancement of wound –induced ethylene synthesis by ethylene in preclimateric cantaloupe. **Plant Physiology**. 69: 317-322, 1982.

JANISIEWICZ, W.J.; LEVERENTZ, B.; CONWAY, W.S.; SAFTNER, R.A. ; REED, A . N.; CAMP, M.J. Control of bitter rot and blue mold of apples by integrating heat and antagonist treatments on 1-MCP treated fruit stored under controlled atmosphere conditions. **Postharvest Biology and Technology**. 29:129-143, 2003.

JIANG, Y.; JOICE, D.C. Effects of 1-methylcyclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruit. **Association of Applied Biologists**. 137: 321-327, 2000.

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

KLUGE, R.A. ; JOMORI, M.L.L.; JACOMINO, A. P.; VITTI, M.C.D.; PADULA, M. Intermittent warming in "Tahiti" lime treated with an ethylene inhibitor. *Postharvest Biology and Technology*. 29, 195-203, 2003.

LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D.; HUNTER, P.A. Biochemical and Microbial Changes during the storage of minimally processed Cantaloupe. *Journal Agriculture Food Chemical*, 48: 5955-5961, 2000.

LAMIKANRA, O.; *Fresh-cut Fruits and Vegetables*. Science, **Technology and Market**. CRC Press, Washington, D.C. 2002.

LUNA-GUZMAN, I.; CANTWELL, M.; and BARRET, D.M. Fresh-cut *Cantaloupe*: effects of CaCl₂ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology*. 17: 201-213, 1999.

LYONS, J.M.; McGLASSON, W.B.; PRATT, H.K. Ethylene production, respiration, internal gas concentrations in Cantaloupe fruits at various stages of maturity. *Plant Physiology*, Washington, v.37, p.31-36, 1962.

MACHADO, F.L..C. Conservação pós-colheita de melão cantaloupe "Hi-mark" tratado com 1-metilciclopropeno e submetido à aplicação de cálcio. Mossoró: ESAM, 2003. **(Dissertação de mestrado)**.

MACNISH, A. J.; JOYCE, D. C.; IRVING, D.E.; WEARING, A. H. A simple sustained release device for the ethylene binding inhibitor 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 321-338, 2004.

MENEZES, J.B. Qualidade pós-colheita de melão tipo *Galia* durante a **(Tese de doutorado)**, maturação e armazenamento. Lavras: UFLA, 1996. 157p.

NGUYEN-THE, CHRISTOPHE, CARLIN, FRÉDÉRIC. The Microbiology of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.34, n. 4, p-371-401, 1994.

PELAYO, C; VILAS-BOAS, E.V.B; BENICHOU, M.; KADER, A. A. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (2003) 75-85.

PINTO, S.A.A. Processamento mínimo de melão tipo orange flesh e de melancia 'crimson sweet'. Jaboticabal: Unesp, 2002.119p (**Dissertação de mestrado**).

PORTELA, S.I. Factors affecting quality changes of minimally processed cantaloupe melon. University of California: Davis, Ca. 1998. 58p (**Dissertação de mestrado**).

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

SAS Institute . **SAS User's Guide:statistics eighth version**. Cary, USA Institute, 2003.

SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A. D.; JONH, P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. 23: 167-171, 2001.

SISLER, E.C.; BLANKENSHIP, S.M.; GUEST, M. Competition of cyclooctenes and cyclootadienes for ethylene binding and activity in plants. **Plant Growth Regulators**. 9:157-164, 1990.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. **Physiology Plant**. 100:577-582, 1997.

SUSLOW, T.V.; CANTWELL, M.; MITCHELL, J. **Indicadores Básicos del Manejo Postcosecha de Melón Cantaloupe** (Chino o de Red). Disponível na internet via <http://postharvest.ucdavis.edu>. Arquivo capturado em 03 de janeiro de 2002.

TIAN, M.S., PRAKASH, S., ELGAR, H.J.; YOUNG, H.; BURMEISTER, D.M.; ROSS, G.S. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. **Plant Growth Regul**. 32, 83-90, 2000.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. (Ed). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: APHA, 1992, 1087p.

WATADA, A.; ABE, K.; and YAMAUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v.20: 116-118, 120-122, 1990.

WHITEHEAD CS, NELSON RM (1992) Ethylene sensitivity in germinating peanut seeds: the effect of short-chain saturated fatty acids. **J. Plant Physiol** 139: 479-483.

WILLS, R.B.H.; KU, V.V.V.; Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, 26, 85-90, 2002.

WILSON, A.M.M.; TADDEI, E.B.; AGUILAR, G.G.; CONTRERAS, A.J.O.; VELOZ, C.S.; SAÑUDO, R.B. Aplicación de mezclas cerosas en melón Cantaloupe y sus efectos en la fisiología del fruto. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, vol 4 (1), p.83-89, 2001.

YAMASHITA, F.; MATIAS, A . N.; GROSSMAN, M.V.E.; SAKANAKA, L.S.; ROBERTO, S.R. Efeito de embalagem ativa sobre a qualidade de brócolis (*Brassica oleraceae* L. var *italica*). In: **XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2004, Recife - PE. CD - ROOM. Trabalho 560.

CAPÍTULO IV

ACEITABILIDADE SENSORIAL DE MELÃO CANTALOUPE 'Hy-Mark' MINIMAMENTE PROCESSADO

1. INTRODUÇÃO

Mudanças no estilo de vida nos tempos atuais exigem que alimentos de conveniência ou prontos para o consumo, tais como produtos minimamente processados sejam seguros, nutritivos e de alta qualidade. Características sensoriais tais como cor, textura e aroma são imprescindíveis na escolha do produto pelo consumidor. Portanto, o que se observa é que consumidores tornam-se fiéis aos produtos se estes apresentam boa qualidade por ocasião da compra. Esta avaliação por parte do consumidor que não é treinado para tais características, é a sua avaliação sensorial, desempenhando assim um papel importante na aquisição do produto.

A análise sensorial é definida como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT,1993). Esta disciplina utiliza conhecimentos de Ciência de Alimentos, Fisiologia, Psicologia e Estatística (SIMPSON, PIGGOTT e WILLIAMS, 1998), e é tão importante quanto às análises microbiológicas e as físico-químicas.

Na indústria de alimentos, o uso de técnicas modernas de análise sensorial têm sido um meio seguro para caracterizar diferenças e similaridades em produtos que disputam um mesmo mercado consumidor; otimizar atributos de aparência, aroma, sabor e textura dos alimentos em função de expectativas do mercado consumidor; avaliar alterações sensoriais que ocorrem em função do tempo e de condições de armazenamento, do tipo de embalagem, de variações no processamento, variações na matéria-prima, etc (MINIM e DANTAS, 2004). É considerada uma análise subjetiva, uma vez que depende do julgamento de humanos por meio dos órgãos do sentido, sendo influenciada pela experiência e capacidade do julgador, além de fatores externos como local

da análise, estado emocional e de saúde do provador, condições e formas de apresentação da amostra-teste (CHAVES e SPROESSER, 1999).

Segundo Lawless e Classen (1993) apud Minim e Dantas (2004) a escolha de um método de análise sensorial para desenvolvimento de produto, está baseada na resposta a, pelo menos, uma das três questões fundamentais: 1) o produto é aceito/ preferido pelos consumidores?; 2) Existe diferença perceptível entre o produto em estudo e algum produto convencional? 3) quais os pontos de diferença? Quais suas intensidades?

As respostas a estas três questões permitem classificar os métodos sensoriais em testes afetivos, para resolução da primeira pergunta; testes discriminatórios (ou de diferença), para a segunda; e análises descritivas, para a terceira (MINIM e DANTAS, 2004). Dentre estes, os testes afetivos são importantes, uma vez que os mesmos irão expressar a opinião subjetiva dos provadores diante do produto, indicando se gosta ou desgosta, se o aceita ou rejeita ou se prefere em relação a outro.

Os testes de aceitação requerem equipes com grande número de participantes (acima de 40 ou 50) que representem a população de consumidores atuais ou potenciais do produto. Para uma triagem inicial ou uma avaliação preliminar da aceitação, a análise é normalmente realizada em condições de laboratório, com 30 a 50 julgadores não-treinados. Para estudos mais representativos, utilizam-se “locais centrais” (locais com grande concentração de pessoas), pela facilidade de seleção ao acaso de um número acima de 100 pessoas, para cada tratamento, formulação ou amostra avaliada. Em estudos de campo, o número de consumidores que participam do teste deve ser aumentado para algo acima de 1000 julgadores, para cada tratamento analisado (CHAVES e SPROESSER, 1999).

Dos métodos mais empregados para medir a aceitação de produtos, está a escala Hedônica de nove pontos, na qual o provador expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente com base nos termos gostei e desgostei (STONE e SIDEL, 1993). Esta escala é simples, podendo ser utilizada com provadores não treinados e expressa confiabilidade e validade em seus resultados.

Os produtos minimamente processados devem ser apresentados ao consumidor com padrões de segurança e qualidade para que possam determinar sua aceitabilidade. Assim testes junto aos consumidores tornam-se

uma ferramenta importante na estratégia de consumo e venda destes produtos. Como os parâmetros de segurança microbiológicos não são diretamente observados pelos consumidores, atributos sensoriais tais como aparência, sabor, aroma, textura e cor podem determinar a qualidade do produto junto ao consumidor.

A qualidade sensorial de produtos minimamente processados, além de ser afetadas pela impressão pessoal de cada um dos consumidores, pode ser também afetada pelas diferenças nas culturas e condições ambientais (clima, aplicação de fertilizante, condições de solo), em que percebe-se alterações principalmente no aroma e textura (LAMIKANRA, 2002).

Melões *Cantaloupe* são caracterizados pela sua polpa laranja salmão e aroma marcante e dependendo do estágio de maturação apresentam-se com sabor mais adocicado que as demais variedades de melões. Estas características tornam o fruto mais nobre, tornando-os com grande aceitação no mercado, principalmente o externo. Um dos maiores problemas para este tipo de melão é sua vida pós-colheita que é curta e se não tratados com procedimentos adequados após a colheita, sua qualidade fica comprometida. Assim procedimentos tais como, aplicação de 1-Metilciclopropeno e adoção de boas práticas de fabricação durante o processamento podem agregar valor ao produto. Neste sentido de avaliar a qualidade final de melões minimamente processados, este capítulo objetivou avaliar a qualidade sensorial do produto tratado com 1-MCP durante 15 dias, junto a consumidores, por meio de teste de aceitação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Os frutos utilizados neste experimento foram melões *Cantaloupe* (*Cucumis melo* L.), híbrido 'Hy-Mark' e estes foram cedidos pela Embrapa Agroindústria Tropical. A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã, em plantio comercial na região do Agropolo Mossoró-Açu, no RN. As características determinantes para seleção durante a colheita foram a camada de abscisão do pedúnculo, coloração esverdeada e uniformidade de tamanho. Os frutos foram inicialmente transportados via terrestre para o laboratório de

pós - colheita da Embrapa, a fim de serem tratados com 1-metilciclopropeno (1-MCP). Após o tratamento os mesmos foram enviados à Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG.

2.2. Preparo das amostras

2.2.1. Tratamento dos melões com 1-metilciclopropeno

O lote de melão colhido foi dividido em duas partes, em que metade foi tratada com 1-metilciclopropeno (Smartfresh™) e a outra foi armazenada em câmaras frias (5°C) até o momento do processamento. Para o tratamento com 1-MCP os frutos foram aleatoriamente acondicionados em câmaras plásticas de 0,186 m³ que tiveram a abertura superior vedada e com a abertura lateral aberta para a aplicação do produto. Para a obtenção de 1-MCP gasoso foram utilizados frascos com septos nas tampas, em que foi colocado o Smartfresh™ (3,3% i.a.) em pó correspondente a liberação de 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP. Para a liberação do gás foram injetados através dos septos, 50 mL de água à temperatura ambiente (\cong 26°C). Os frascos foram agitados e abertos dentro das câmaras de tratamento que foram imediatamente fechadas. Os frutos permaneceram em contato com o gás por 12 horas a 10°C.

O tratamento dos frutos inteiros com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP foi realizado na Embrapa Agroindústria Tropical e os frutos foram enviados, via aérea para Universidade Federal de Viçosa, para realizar o processamento mínimo.

2.3. Processamento mínimo do melão *Cantaloupe*

Após o recebimento dos frutos no laboratório de embalagens da Universidade Federal de Viçosa, os mesmos foram separados em quatro partidas, sendo duas para frutos tratados com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e duas para frutos não tratados (controle). Cada parte destes melões (tratados e não tratados) foi retirada para processamento mínimo e as outras duas partes foram armazenadas em câmaras frias a 5°C, para que durante a análise sensorial dos melões minimamente processados, estes fossem submetidos também ao processamento mínimo e apresentados como amostras.

O processamento mínimo dos frutos, tratados ou não com 1-MCP, realizou-se nas instalações do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – MG. Os melões previamente selecionados foram submetidos inicialmente a uma lavagem com água corrente, para a retirada de sujidades provenientes do campo. Após esta etapa, os frutos foram sanitizados em tanques contendo uma solução de cloro residual total (CRT) a 1000 mg.L^{-1} , adicionada de 0,1% de Tween 80 por 10 minutos à temperatura de 15°C , e pH ajustado para 6.5. Os frutos foram então descascados, retiradas as sementes e cubetados manualmente. Após a cubetagem dos melões, os mesmos foram submetidos à um enxágüe à 5 mg.L^{-1} de CRT por 1 minuto à temperatura de 15°C , e pH ajustado para 6.5. Os melões minimamente processados (MMP) foram, então, acondicionados em caixas PET e armazenados a 5°C .

2.4. Análise Sensorial do melão minimamente processado - Teste de aceitação

A análise sensorial de MMP foi realizada por meio de teste de aceitação dos produtos em dois supermercados de Viçosa – MG, no período da manhã (entre 8:30 e 11:00 horas).

As amostras de MMP foram avaliadas por 100 a 110 provadores que se encontravam nos supermercados durante os dias e períodos da avaliação. A faixa etária dos provadores era de 15 a 70 anos. Os MMP foram apresentados em copos descartáveis brancos e analisados pelos consumidores em uma só sessão. Em cada tempo de análise experimental, os provadores avaliaram as amostras utilizando a escala hedônica de nove pontos (Figura 1), indicando quanto gostaram ou desgostaram das amostras de MMP em relação à aparência e sabor.

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: _____

Idade (em anos): () 15 - 20 () 21 - 30 () 31 - 40 () 41 - 50 () 51 - 60 ()
acima de 60

Por favor, avalie a amostra de melão minimamente processado, utilizando a escala baixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo (aparência e sabor) do produto.

Código da amostra: _____

9 – gostei extremamente

8 – gostei muito

7 – gostei moderadamente

6 – gostei ligeiramente

Aparência: _____

5 – nem gostei nem desgostei

Sabor: _____

4 – desgostei ligeiramente

3 – desgostei moderadamente

2 – desgostei muito

1 – desgostei extremamente

Figura 1 - Modelo da ficha do teste de aceitação utilizada na avaliação de melão *Cantaloupe* minimamente processado.

As amostras foram avaliadas por meio da escala hedônica nos seguintes tempos:

Tempo zero (04/08/2004) – foram apresentadas duas amostras de MMP, sendo uma tratada com 600 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e outra não tratada. Nesta primeira avaliação os MMP foram avaliados quanto à aparência.

Tempos 6, 8, 10 e 13 dias – foram apresentadas quatro amostras de MMP sendo amostra 1 (MMP tratado com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP), amostra 2 (MMP não tratado). As amostras 3 (MMP tratado com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP) e amostras 4 (MMP não tratado), foram processadas no dia da análise sensorial e avaliadas em conjunto com as amostras 1 e 2 que já estavam processadas desde o tempo zero. As amostras 3 e 4 foram denominadas de amostras controle em relação aos respectivos tratamentos das amostras 1 e 2 (tratadas e não tratadas). Para estes tempos as amostras foram avaliadas quanto à aparência e sabor.

Tempo 15 dias – foram apresentadas quatro amostras de MMP (amostra 1, 2, 3 e 4) e estas avaliadas quanto à aparência.

2.5. Avaliação microbiológica das amostras de melões minimamente processados (MMP)

As amostras de MMP foram submetidas às análises microbiológicas nos tempos zero e 15 dias. No tempo zero os MMP foram submetidos à análise de *Salmonella* sp., enquanto no tempo de 15 dias, os mesmos foram submetidos às análises de fungos filamentosos e leveduras, bactérias lácticas e contagem de psicrotóxicos. As análises foram realizadas segundo a metodologia recomendada por Vanderzant & Splittstoesser (1992).

2.6. Delineamento experimental

O experimento foi realizado com uma média de 110 provadores, em dois supermercados, utilizando o delineamento inteiramente casualizado para aparência e sabor. A análise foi realizada em parcelas subdivididas, com quatro tratamentos nas parcelas e tempos de armazenamento (0, 4, 8 e 12, 16 e 20 dias) nas subparcelas e o número de provadores como repetições. O efeito do tempo de armazenamento sobre os indicadores de qualidade foi analisado por meio de regressão. O programa SAS versão 8.0 (2003), licenciado para uso na UFV, foi utilizado para análise estatística dos dados coletados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Aparência

Os tratamentos avaliados e tempo de armazenamento promoveram efeito significativo ($P < 0,05$) na aparência dos produtos testados. Assim, estudou-se o efeito do tratamento pelo teste de Tukey para comparação das médias e do tempo por análise de regressão.

A média das notas observadas no teste de aceitação para os tratamentos citados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação das médias de aparência dos tratamentos de melões *Cantaloupe* minimamente processados obtidas no teste de aceitação.

TRATAMENTOS	MÉDIAS
MMP não tratado (PET)	7,17 a
MMP não tratado (controle)	7,04 a, b
MMP tratado (PET)	6,85 b
MMP tratado (controle)	6,81 b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

MMP- Melão Minimamente Processado

Os resultados foram favoráveis durante o período de avaliação, visto que os MMP (PET) que foram armazenados, desde o tempo zero, quando comparados com seus respectivos controles apresentaram níveis de aceitação similares. Observa-se também que as médias das notas obtidas dos produtos advindos de frutos não tratados (controle) foram maiores que as obtidas dos frutos tratados. Esta preferência foi atribuída ao aroma (mais forte) e textura (menos firme) apresentada pelas amostras não tratadas.

De acordo com o teste de média apresentado, os MMP não tratados (controle) não apresentaram diferença das amostras tratadas (PET e controle). Este resultado pode ser justificado pela similaridade das características de

firmeza e aroma, observadas nestas amostras pelos consumidores no momento da avaliação.

Comparando-se ainda as médias das notas obtidas para os melões tratados e o controle, observou-se notas similares, evidenciando que as etapas do processamento não contribuíram para diminuir a aceitação do produto durante o tempo de armazenamento. Estes resultados são positivos frente ao segmento de mercado, pois permite o processamento mínimo do melão para a comercialização dentro do tempo de 15 dias, com qualidade e segurança. Entretanto, para obtenção de melhores resultados, é necessário conciliar tecnologias de barreiras, como, adoção das boas práticas agrícolas, boas práticas de fabricação durante o processo, procedimentos de higiene e sanitização bem como sistemas de embalagens.

Avaliando o efeito do tempo, analisado pela análise de regressão (Figura 2), sobre a aparência das amostras de MMP, pode-se constatar que existe uma tendência de redução nos valores das notas. Na Figura 2, observa-se também, que as notas para este atributo ficaram entre 7 e 8, correspondendo aos termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”, até o 10º dia, enquanto no 15º dia, estas ficaram com nota 6 e 7, correspondendo aos termos hedônicos entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Silva et al. (1987) reportaram que pedaços de melão *Cantaloupe* tiveram a aparência classificada como ‘aceitável’ ao final de 19 dias, à 2°C, enquanto Durigan e Sargent (1999) observaram que a aparência deste mesmo melão minimamente processado foi classificada como ‘boa’ ao sétimo dia de armazenamento e ‘regular’ ao décimo terceiro dia de armazenamento a 5°C.

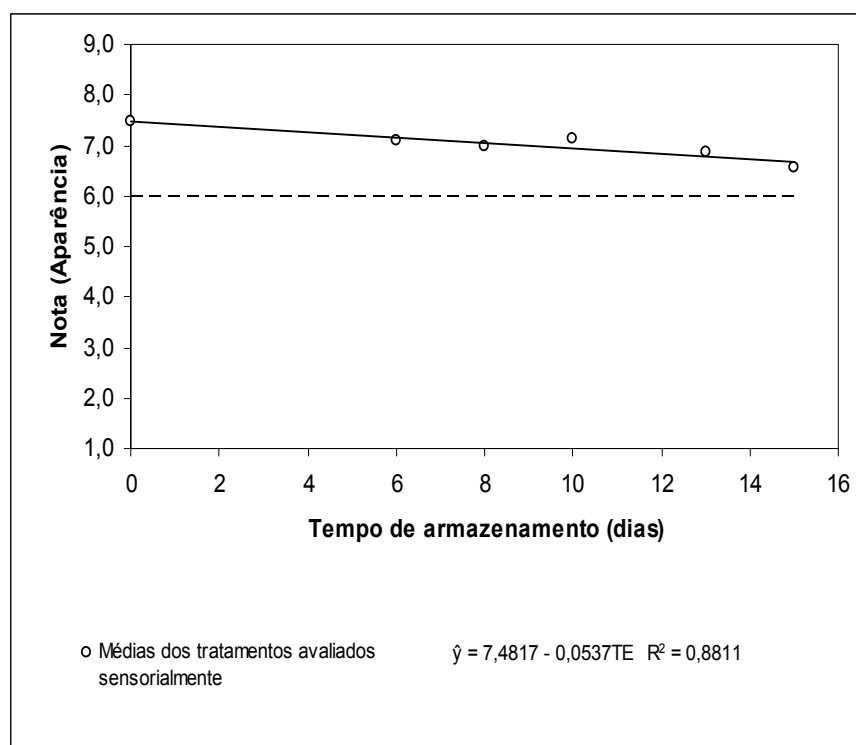


Figura 2 - Médias das notas obtidas no teste de aceitação para aparência nas amostras de melão minimamente processados armazenados por 15 dias à 5°C. A linha pontilhada representa o valor seis na escala hedônica que corresponde o limite de aceitação do produto.

MMP- Melão minimamente processado

Poucos trabalhos com testes de aceitação para MMP têm sido reportados, entretanto, outros métodos de avaliações sensoriais para estes produtos têm sido estudados. Luna-Guzman e Barret (2000), comparando os efeitos do lactato de cálcio (sozinho ou combinado com o calor) com aspersão de cloreto de cálcio na textura e sabor (gosto residual) em melões *Cantaloupe* minimamente processados, realizaram testes de comparações pareadas com provadores não treinados e também uma análise descritiva para definição de atributos como aroma, sabor e textura.

De acordo com a avaliação dos consumidores, os MMP tratados foram mais firmes que as amostras controle, mas estas decresceram ao longo do período de armazenamento. Em relação ao sabor residual e à textura, as amostras tratadas foram significativamente diferentes ($P < 0,01$) em relação às amostras controle, em duas concentrações de cloreto de cálcio. Entretanto, os painelistas não foram capazes de detectar diferenças significativas na textura e sabor em concentrações mais baixas de cloreto de cálcio. Os atributos descritos pelos painelistas na análise descritiva para o produto foram: aroma

típico de melão, doçura natural do melão, gostos estranhos, textura firme e suculência. Estes termos para caracterizar sensorialmente MMP foram semelhantes aos relatados pelos consumidores deste estudo no momento da avaliação do produto.

O'Connor-Shaw et al. (1994) avaliaram a vida útil (0, 4, 7, 11, 14 e 18 dias) de melões *Honeydew* e *Cantaloupe* minimamente processados através da qualidade sensorial utilizando análise descritiva para perfil de aparência, odor, sabor e textura. Esta análise foi realizada por 23 provadores treinados que avaliaram os mesmos atributos numa escala de 0 (esquerda) a 100 (direita). Em geral, os resultados mostraram que os *Honeydew* receberam escores abaixo de 50 para aparência, sabor e textura e, os *Cantaloupe*, para sabor e textura. Curiosamente os *Cantaloupe* MP foram avaliados como mais firmes no sétimo dia, em relação ao tempo zero, e a cor menos intensa (aspecto pálido) no 11º dia. Estes relatos também foram semelhantes ao nosso estudo, em que alguns provadores reportaram MMP (tratados) mais firmes após o dia 8º dia e cor menos intensa a partir do dia 13º dia.

Em nosso estudo os consumidores avaliaram o aroma como muito aromático e, em alguns casos, perfumados. Em relação a este atributo os provadores observaram um aroma forte no 6º dia, principalmente, os produtos MP oriundos dos frutos não tratados. Por outro lado os produtos oriundos dos frutos tratados tiveram seu aroma evidenciado a partir do 10º dia (dados não quantificados). Este fato pode ser explicado pelo retardamento do metabolismo de amadurecimento do fruto pelo 1-MCP. Machado (2003) avaliou o aroma e aparência visual de *Cantaloupe* MP ('Hi-mark') após a aplicação de 100, 300 e 900 ng.mL⁻¹ de 1-MCP e armazenados à 5°C por 18 dias, numa escala com escores de 5 a 1. Neste trabalho a autora relata que os produtos apresentaram, independente do tratamento, aroma intenso de melão fresco até próximo do nono dia. A partir de então, foi observada uma redução do aroma com o tempo de armazenamento. No final do nosso experimento os cubos foram classificados como apresentando 'aroma moderado' (dados não quantificados), indicando que o produto manteve-se apropriado para a comercialização por todo o período experimental.

Comentários sobre a cor e textura foram também relatados pelos consumidores durante a análise sensorial. De acordo com os provadores, a cor

dos MMP oriundos do fruto controle apresentava-se mais atrativa, enquanto para os tratados, estes classificaram como cor de fruto imaturo ou mais pálido.

A análise sensorial nos supermercados foi realizada até o 15º dia. Entretanto, foram mantidas algumas amostras para avaliação visual, em que no 18º dia, algumas delas apresentavam pequenas colônias negras na superfície e odores muito fortes de produto fermentado. Estas ocorrências foram observadas principalmente nas amostras controle. Neste tempo também foi observado sinais de amolecimento e perda do suco celular, principalmente nas amostras controle. No 21º dia, outras colônias de coloração branca e vermelha foram observadas na superfície da maioria das amostras.

3.2. Sabor

O teste de aceitação para avaliação de sabor das quatro amostras de melões *Cantaloupe* minimamente processados foi realizado nos tempos 6, 8, 10 e 13 dias, quando já se conhecia a segurança microbiológica dos produtos em relação à ausência de *Salmonella* sp.

A análise de variância não detectou efeito significativo ($P > 0,05$), para nenhum dos fatores estudados (tratamento, tempo, tempo x tratamento).

As notas hedônicas para as amostras de MMP ficaram entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” com uma média de 6,33. Vários comentários foram realizados pelos consumidores em relação ao sabor do produto, dentre eles, os mais comuns foram: gosto de fruta verde (imaturo), de maçã, de pêra, de pequi, de mamão, de fruta estragada, aguado, melhor do que o melão mais usualmente comercializado na região de Viçosa (melão espanhol).

O'Connor-Shaw et al. (1994) avaliando o sabor de melões *Honeydew* e *Cantaloupe* durante 18 dias de armazenamento à 4 e 8,5°C reportaram que não houve diferença significativa neste atributo nos produtos armazenados sob as condições de estudo para o melão *Honeydew*, enquanto que, para os melões *Cantaloupe*, os provadores observaram uma redução da intensidade do sabor típico, nos primeiros 4 dias, e a partir do 7º dia este foi classificado com níveis de gosto amargo.

No momento de análise de sabor os provadores manifestaram algumas características sobre a textura. Os melões tratados apresentavam-se mais

firmes e “crocantes” em todo o período de análise e para a maioria dos provadores esta característica obtinha escores mais baixos do que os produtos não tratados, que eram considerados mais macios.

Estas opiniões são interessantes para determinar as características ideais para o produto no mercado. O melão *Cantaloupe* é um fruto promissor para o mercado de produtos minimamente processados por apresentar características sensoriais atrativas ao consumidor, tais como, aroma intenso e coloração brilhante. Para alcançar tais características os melões *Cantaloupe* destinados ao processamento mínimo devem ser colhidos ainda firmes e com o conteúdo de sólidos solúveis mínimo aceitável (9%), devem ainda apresentar polpa de coloração alaranjada brilhante, cavidade pequena (SHELLIE e LESTER, 2002), e serem pré-resfriados a 10°C antes do processamento (CANTWELL, 2000).

Outros trabalhos com produtos minimamente processados estão sendo realizados com testes afetivos para avaliar a aceitação dos produtos junto a consumidores. Santana (2003) trabalhando com cogumelo shiitake acondicionado em três temperaturas (7, 10 e 15°C) durante 15 dias observou que a aceitação do produto foi melhor quando acondicionado em 7°C e que este foi rejeitado somente após 10 dias. Cenouras minimamente processadas revestidas com gelatina e acondicionadas a 5 e 10°C foram submetidas a testes de aceitação, com 100 provadores, quanto a cor e sabor. Resultados deste trabalho mostraram que independente da temperatura o produto foi aceito por 25 dias em relação a cor. Para o sabor, a melhor aceitação foi para as cenouras revestidas e armazenadas a 5°C, que também foi aceito por 25 dias (TEIXEIRA, 2004).

No caso de produtos minimamente processados os testes de aceitação são ferramentas importantes na avaliação e caracterização dos atributos sensoriais de maior relevância para comercialização desses produtos que, em muitos casos, ainda são desconhecidos pela população.

3.3. Avaliação microbiológica das amostras de MMP

A análise de *Salmonella* sp. para os MMP no tempo zero apresentou ausência em 25g para os dois tratamentos. No tempo 15 dias, o produto foi avaliado somente quanto à aparência, devido à avaliação da segurança

microbiológica, à presença de bactérias lácticas, fungos filamentosos e contagem total de psicotróficos aeróbios. Os resultados deste tempo foram favoráveis e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Contagem de bactérias lácticas, fungos filamentosos e leveduras e psicotróficos aeróbios (log UFC/g).

Microrganismos	MMP tratado	MMP não tratado
Bactérias lácticas	2,38	2,32
Fungos filamentosos e leveduras	2,0	2,04
Psicotróficos aeróbios	$<10^2$	$<10^2$

Estes resultados nos indicam que o produto ainda estava em condições de ser consumido. O'Connor-Shaw et al. (1994) reportam em seu trabalho contagens de *Lactobacillus*, leveduras e fungos filamentosos na ordem de 5,87, 5,89 e 2,69 \log_{10} UFC/g respectivamente, além de colônias brancas (não identificadas) em melões *Cantaloupe* minimamente processados, armazenados à 4°C por 11 dias. As contagens baixas encontradas em nosso trabalho de MMP tratados ou não com 600 ng.mL^{-1} de 1-MCP, refletiram diretamente nos atributos sensoriais do produto.

4. CONCLUSÕES

- O teste de aceitação, para aparência e sabor, conduzido nos supermercados resultou em escores entre os valores 6 e 7 para todas as amostras de melões minimamente processados armazenadas por 20 dias a 5°C, que representaram, na escala hedônica, níveis de aceitação entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.
- A aparência das amostras de melões minimamente processados não tratados obteve maiores notas em relação aos melões tratados com 1-MCP. Nestes últimos, os provadores manifestaram aparência de fruto imaturo.
- Não houve diferença significativa para o atributo sabor em nenhum dos tratamentos testados durante 13 dias de armazenamento a 5°C.
- A segurança microbiológica dos produtos foi garantida durante os 15 dias de armazenamento à 5°C, com ausência de *Salmonella* sp. e baixas contagens de bactéria lácticas, fungos filamentosos e leveduras e psicrotróficos aeróbios, independente dos tratamentos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologia – NBR 12806**. São Paulo: ABNT, 1993.

CANTWELL, M. Fresh-cut cantaloupe melon: recent research. **Fresh-cut products: maintaining quality and safety**. University of California: Davis, September, 12 – 14, 2000.

CHAVES, J.B.P; SPROESSER, R.L. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas. **Caderno didático 66**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 81p,1999.

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

LAMIKANRA, O.; Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market. **CRC Press**, Washington, D.C. 2002.

LAWLESS, H.T.; CLAASSEN,M.R. Application of the central dogma in sensory evaluation. **Food Technology**, v.47, n.6, p.139-223, 1993. Apud: MINIM, V.P.R.; DANTAS, M.I.S. Avaliação sensorial de produtos minimamente processados. Anais de Palestras, **Resumos e Oficinas**. III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortalças. Viçosa-MG. p.33-37, 2004.

LUNA-GUZMAN, I.; BARRET, D.M. Comparasion of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf satability and quality of fresh-cut cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**. v.19. p.61-72. 2000.

MACHADO, F.L..C. Conservação pós-colheita de melão cantaloupe 'Hy-mark' tratado com 1-metilciclopropeno e submetido à aplicação de cálcio. Mossoró: ESAM, 2003. **(Dissertação de mestrado)**.

MINIM, V.P.R.; DANTAS, M.I.S. Avaliação sensorial de produtos minimamente processados. Anais de Palestras, **Resumos e Oficinas**. III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortalças. Viçosa-MG. p.33-37, 2004.

MORALES, A. **La Evaluación Sensoril de los Alimentos en la Teoria y la Prática**. Zaragoza, Espanha, Editorial Acribia, 198p. 1994.

O'CONNOR-SHAW, R.E.; ROBERTS,R.; FORD, A . L.; NOTTINGHAM, S. M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal of Food Science**, 59:1202-1206, 1215, 1994.

SANTANA, C.C. Processamento mínimo de cogumelos shiitake (*Lentinula edodes*). Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa. 2003. 58p. **(Dissertação de mestrado)**.

SAS Institute . **SAS User's Guide: statistics eighth version**. Cary, USA Institute, 2003.

SHELLIE, K.C., LESTER,G. Netted Mellon. In: Kenneth, G.; Wang, C.Y.; Saltveit, M.A. (eds) The commercial Storage of Fruits, Vegetables and, Florist and Nursery Crops. **Agriculture Hand Book Number 66**. U.S.D.A, 2002.

SILVA, J.L., CHANRITTISEN, T., SHANNON, C.W., AMMERMAN, G.R. Shelf-life of refrigerated cantaloupe and watermelon pieces. **Miss. Agric. For. Exp. Stn.** 12, p. 1-4, 1987.

SIMPSON, S.J.; PIGGOT, J.R.; WILLIAMS, S.A .R. Sensory analysis. International. **Journal of Food Science and Technology** , v.33, n.1, p.7-18, 1998.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic press, San Diego, CA, 1993. 308p.

TEIXEIRA, J.M.A . Aplicação de revestimento comestível em mini-cenoura (*Daucus carota* L.). Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa. 2004. 67p. **(Dissertação mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)**.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. (Ed). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington: APHA, 1992, 1087p.

CAPÍTULO V

FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE MELÃO *CANTALOUPE*

1. INTRODUÇÃO

A determinação do fluxograma na produção de alimentos é importante, pois cada etapa deve responder pela padronização dos atributos de qualidade e parâmetros necessários para segurança dos produtos.

O fluxograma de cada produto alimentício deve ser pré-estabelecido e este deve constar as operações necessárias para caracterizar o produto desejado.

Para frutas minimamente processadas o fluxograma varia de acordo com a espécie e o tipo do produto que o beneficiador pretende apresentar. Entretanto, a Associação Internacional dos Produtores de Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas (IFPA, 2001) recomenda o seguinte fluxograma: Recepção → Armazenamento da matéria-prima → Descasque → Corte → Lavagem → Drenagem → Peso → Embalagem → Armazenamento do produto final → Distribuição.

O melão *Cantaloupe* cultivado no Nordeste, especificamente na região do Agropolo Mossoró-Açu, tem seu destino para o mercado interno e externo e as pesquisas geralmente são realizadas para conservação do fruto inteiro. Entretanto, este tipo apresenta potencial para inserção no mercado de minimamente processados, sendo necessário conhecer os fatores intrínsecos e extrínsecos que podem influenciar na qualidade e segurança do produto final.

Diante do exposto e da ausência de informações de parâmetros principalmente relacionados à segurança de melões *Cantaloupe* inteiros e minimamente processados no Brasil, este trabalho estabeleceu um fluxograma para estes produtos com variáveis resultantes do referido experimento.

2. RECOMENDAÇÃO DO FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DO MELÃO *CANTALOUPE*.

Com base nas características do melão *Cantaloupe* e nos resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se as seguintes etapas para compor o fluxograma do fruto minimamente processado, descrito em seguida com ilustrações para melhor visualização das etapas.

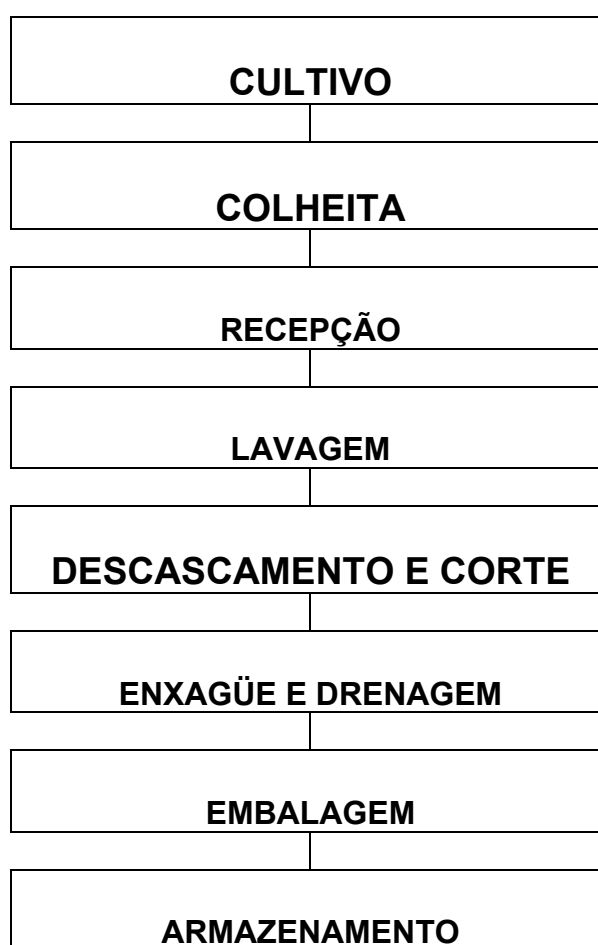


Figura 1: Fluxograma de melão *Cantaloupe* minimamente processado

2.1. RECEPÇÃO E LAVAGEM DAS FRUTAS

Os melões *Cantaloupe* devem ser lavados com água corrente por 10 minutos.



Figura 2 - Lavagem dos melões *Cantaloupe* em água corrente.

2.2. SANITIZAÇÃO

Nesta etapa sugere-se utilizar sanitizante à base de cloramina orgânica (dicloro S. triacina-triona sódica desidratada) 3% de Cloro Residual Total (CRT). A solução deve ser preparada numa concentração de 1000 mg.L^{-1} de CRT adicionada de 0,1% de Tween 80, com pH corrigido a 6,5 a uma temperatura de 15°C . Após preparada esta solução, os melões devem ser imersos por 10 minutos em constante agitação e depois drenados para a preparação para o corte e descasque.



Figura 3 - Sanitização de melões *Cantaloupe* em solução de cloro residual total.

2.3. DESCASCAMENTO E CORTE

Para descasque e corte dos melões *Cantaloupe* deve-se adotar a seqüência demonstrada na Figura 4. Inicialmente faz-se o corte nas regiões basal (parte de inserção do pedúnculo) e apical (lado oposto à inserção do pedúnculo) do fruto. Após, faz-se um corte no centro do fruto e retira-se as sementes. Em seguida, as cascas devem ser removidas no sentido basal / apical para região equatorial (centro do fruto), procedendo-se assim, o corte dos cubos como apresentado na Figura 4.



Figura 4 - Seqüência do descasque e corte de melões *Cantaloupe*.

2.4. ENXÁGÜE E DRENAGEM

Nesta etapa os melões minimamente processados devem ser imersos em uma solução de cloramina orgânica a 5 mg.L^{-1} de CRT à temperatura de 15°C , com pH ajustado a 6,5, por um tempo de 60 segundos.

A drenagem realizada após o enxágüe deve ser feita em peneiras durante 3 a 5 minutos, em ambiente com temperatura de 10 a 15°C .



Figura 5 - Seqüência do enxágüe e drenagem de melões *Cantaloupe* minimamente processados.

2.5. EMBALAGEM

Nesta etapa os melões minimamente processados devem ser acondicionados em caixas de polietileno tereftalato envolvidas com filme de poli (cloreto de vinila), como demonstrado na Figura 6. O enchimento das embalagens deve ser realizado em ambiente climatizado (15°C), seguindo às boas práticas de fabricação.



Figura 6 - Seqüência do acondicionamento dos melões minimamente processados em embalagens de polietileno tereftalato.

2.6. ARMAZENAMENTO

O armazenamento dos melões minimamente processados deve ser realizado em câmaras a $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

CONCLUSÃO GERAL

Entre os tratamentos sanitizantes testados para eliminação e ou redução da microbiota endógena da superfície do melão *Cantaloupe*, a cloramina orgânica com surfactante à concentração de 1000 mg.L⁻¹ / 10 min, pH 6,5 foi mais eficiente na redução da população de mesófilos aeróbios, coliformes e *Salmonella enteritidis*.

Comparando-se três tipos de sistemas de embalagens na garantia da qualidade e segurança do melão *Cantaloupe* minimamente processado, verificou-se que a embalagem da caixa de polietileno tereftalato conferiu melhor qualidade e menores contagens na população de microrganismos mesófilos, psicrotróficos e fungos filamentosos e leveduras em 12 dias de armazenamento à 5°C.

A aplicação de 1-MCP em melões *Cantaloupe* inteiro para o processamento mínimo e ainda no produto já minimamente processado, conferiu atributos de qualidade no final de 20 dias de armazenamento a 5°C. Dentre estes atributos, destaca-se maior firmeza nestes produtos, principalmente dos oriundos dos frutos tratados quando intactos.

A segurança microbiológica foi garantida nos tratamentos dos melões minimamente processados com 1-MCP, visto que em todos eles a contagem de mesófilos e psicrotróficos aeróbios não ultrapassou 10⁶ UFC/g, enquanto a de fungos filamentosos e leveduras não ultrapassou a 10⁵ UFC/g em 20 dias de armazenamento a 5°C.

Em relação à avaliação sensorial dos melões minimamente processados por consumidores em supermercados, os produtos que não foram tratados com 1-MCP obtiveram melhores notas no teste de aceitação, utilizando a escala hedônica.

Nas condições avaliadas neste trabalho, o melão *Cantaloupe in natura* da região do Agropolo Mossoró - Açu, no Rio Grande do Norte é seguro em relação à *Salmonella* sp. Enquanto, quando este produto foi minimamente processado, este apresentou-se seguro e com qualidade durante 15 dias de armazenamento a 5°C.

ANEXO - Capítulo 2

QUADRO 1 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Potencial Hidrogeniônico (pH), Teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix) e Acidez

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio		
		pH	Brix	Acidez
Embalagem (A)	1	0,2053 ^{ns}	0,1350 ^{ns}	0,0216 ^{ns}
Erro (a)	4	0,0490	0,2770	0,0087
Tempo (B)	3	0,8551 ^{ns}	2,5583*	0,0377*
Interação AxB	3	0,2647*	0,9494 ^{ns}	0,0209*
TE / Emb 1	(3)	0,5600*		0,0554*
Regressão	1	1,4726*		0,1179*
Falta de ajuste	2	0,1037 ^{ns}		0,0241*
TE / Emb 1	(3)			0,0554*
Regressão	2			0,0831*
Falta de ajuste	1			0,0000 ^{ns}
TE/ Emb 2	(3)	0,5598*		0,032 ^{ns}
Regressão	1	0,7617*		
Falta de ajuste	1	0,1560 ^{ns}		
TE	(3)		2,5583*	
Regressão	2		2,8150*	
Falta de ajuste	1		2,0711 ^{ns}	
Erro (b)	12	0,0557	0,6993	0,0028

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

TE- Tempo

EMB 1- Embalagem 1 (bandeja de PS expandido /PVC)

Emb 2 – Embalagem 2 (Caixa PET / PVC)

QUADRO 2 - Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Coordenadas L, a, C e H.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio			
		L	a	c	H
Embalagem (A)	1	6,0200 ^{ns}	4,9959*	4,7615 ^{ns}	6,3654*
Erro (a)	4	7,6597	0,4251	1,1864	0,4364
Tempo (B)	3	2,5720 ^{ns}	6,5034*	32,1997*	2,4465 ^{ns}
Interação AxB	3	2,4367 ^{ns}	1,2520 ^{ns}	5,5210 ^{ns}	1,7410 ^{ns}
TE	(3)			32,1997*	
Regressão	1			82,9172*	
Falta de ajuste	2			6,8409 ^{ns}	
TE/Emb1	(3)		6,5034*		
Regressão	1		10,5001*		
Falta de ajuste	2		0,3066 ^{ns}		
TE/Emb2	(3)		6,5034*		
Regressão	1		2,9792 ^{ns}		
Falta de ajuste	2		4,5867 ^{ns}		
TE/Emb2	(3)		6,5034*		
Regressão	2		2,2564*		
Falta de ajuste	1		7,6398*		
Erro (b)	12	1,7695	1,6129	4,3923	1,7550

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

TE- Tempo

EMB 1- Embalagem 1 (bandeja de PS expandido /PVC)

Emb 2 – Embalagem 2 (Caixa PET / PVC)

QUADRO 3- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Textura

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO
Embalagem (A)	1	26,0417*
Erro (a)	4	0,1667
Tempo (B)	3	101,5972*
Interação A x B	3	2,3750*
TE/Emb 1	(3)	67,4167*
Regressão	1	198,0167*
Falta de ajuste	2	2,1167*
TE/Emb 1	(3)	67,4167*
Regressão	2	101,0500*
Falta de ajuste	1	0,1500 ^{ns}
TE/Emb 2	(3)	36,5556*
Regressão	1	106,667*
Falta de ajuste	2	1,5000 ^{ns}
Erro (b)	12	0,4444

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

TE- Tempo

EMB 1- Embalagem 1 (bandeja de PS expandido /PVC)

Emb 2 – Embalagem 2 (Caixa PET / PVC)

QUADRO 4- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- contagem de mesófilos aeróbios, de psicrotróficos aeróbios e fungos filamentosos e leveduras

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio		
		Mesófilos	Psicrotróficos	Fungos e leveduras
Embalagem (A)	1	18,1308 ^{ns}	9,7410*	2,9400 ^{ns}
Erro (a)	4	3,6275	1,0737	0,8202
Tempo (B)	3	4,1284 ^{ns}	8,6298*	7,6883*
Interação AxB	3	1,3948 ^{ns}	0,6397 ^{ns}	0,8107 ^{ns}
TE/Emb 1	(3)		8,6298*	
Regressão	1		12,0332*	
Falta de ajuste	2		3,7179 ^{ns}	
TE/Emb 2	(3)		8,6298*	
Regressão	1		6,4419*	
Falta de ajuste	2		0,9489 ^{ns}	
TE	(3)		8,6298*	7,6883*
Regressão	2		17,2778*	18,6576*
Falta de ajuste	1		2,8016 ^{ns}	2,2037 ^{ns}
Erro (b)	12	1,6537	1,5612	0,5677

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

TE- Tempo

EMB 1- Embalagem 1 (bandeja de PS expandido /PVC)

Emb 2 – Embalagem 2 (Caixa PET / PVC)

ANEXO- Capítulo 3

TE- Tempo

T1- Tratamento 1- Fruto intacto tratado com 1-MCP / MMP

T2- Tratamento 2- Cubos (MMP) tratado com 1-MCP

T3- Tratamento 3 – Cubos (MMP/ Sache com 1-MCP)

T4- Tratamento 4 – Cubos (MMP Controle)

QUADRO 1- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Potencial Hidrogeniônico (pH), Teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix) e Acidez

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio		
		pH	Brix	Acidez
Tratamento (A)	3	0,4355*	0,5119 ^{ns}	0.0461 ^{ns}
Erro (a)	8	0,0872	0,6398	0.0117
Tempo (B)	5	1,3318*	1,4494*	0.0096 ^{ns}
Interação AxB	15	0,3191*	0,1439 ^{ns}	0.0224 ^{ns}
TE / T1	5	0,2067*		
Regressão	1	0,8398*		
Falta de ajuste	4	0,0486 ^{NS}		
TE / T2		1,4235*		
Regressão		4,7943*		
Falta de ajuste		0,5808*		
TE/T3		0,6246*		
Regressão		2,5884*		
Falta de ajuste		0,1339 ^{NS}		
TE/ T4		0,0342 ^{NS}		
Regressão				
Falta de ajuste				
TE/T2	5	1,4235*		
Regressão	2	2,5662*		
Falta de ajuste	3	0,6617*		
TE/T2	5	1,4235*		

Regressão	3	1,8178*		
Falta de ajuste	2	0,8319*		
TE	5		1,3318*	
Regressão	1		6,930*	
Falta de ajuste	4		0,0791 ^{ns}	
Erro (b)	40	0,08126	0,2611	0.0122

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 2- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Coordenadas L, a, C e H.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio			
		L	a	c	H
Tratamento (A)	3	37,0217 ^{ns}	8,535*	31,318 ^{ns}	1,3367 ^{ns}
Erro (a)	8	19,6555	7,018	28,325	1,4683
Tempo (B)	5	21,2523 ^{ns}	10,699*	57,345*	1,0753 ^{ns}
Interação AxB	15	15,4818 ^{ns}	6,878*	31,663*	2,3492*
TE/T1	5		4,8358 ^{ns}	26,442 ^{ns}	2,6379*
Regressão	1		18,4290*	116,09*	1,7046 ^{ns}
Falta de ajuste	4		1,4375 ^{ns}	4,029 ^{ns}	2,8712*
TE/T1	5				2,6379*
Regressão	2				2,8879 ^{ns}
Falta de ajuste	3				2,4712 ^{ns}
TE/T1	5				2,6379*
Regressão	3				4,1452*
Falta de ajuste	2				0,3769 ^{ns}
TE/T2	5		14,2968*	71,473*	2,5474*
Regressão	1		57,4829*	284,132*	0,2006 ^{ns}
Falta de ajuste	4		3,5003 ^{ns}	18,309 ^{ns}	3,1341*
TE/T2	5				2,5474*
Regressão	2				5,0785*
Falta de ajuste	3				0,8600 ^{ns}

TE/T3	5		9,2542*	35,805*	1,6342 ^{ns}
Regressão	1		9,8844 ^{ns}	46,407 ^{ns}	0,0525 ^{ns}
Falta de ajuste	4		9,0967*	33,154*	2,0297 ^{ns}
TE/T3	5		9,2542*	35,8051*	
Regressão	2		10,8290*	36,3894 ^{ns}	
Falta de ajuste	3		8,2044*	35,4156*	
TE/T3	5		9,2542*	35,8051*	
Regressão	3		10,2259*	33,6107 ^{ns}	
Falta de ajuste	2		7,7967 ^{ns}	39,0968*	
TE/T3	5			35,8051*	
Regressão	4			37,3832*	
Falta de ajuste	1			29,4927 ^{ns}	
TE/T4	5		2,9467 ^{ns}	18,613 ^{ns}	1,3033 ^{ns}
Regressão	1		2,3342 ^{ns}	3,536 ^{ns}	1,5326 ^{ns}
Falta de ajuste	4		3,0998 ^{ns}	22,382 ^{ns}	1,2459 ^{ns}
Erro (b)	40	10,2622	2,814	12,203	0,9269

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 3- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Textura

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamento (A)	3	119,3513*
Erro (a)	8	0,7483
Tempo (B)	5	127,8506*
Interação A x B	15	5,9168*
TE/T1	5	7,4676*
Regressão	1	35,7122*
Falta de ajuste	4	0,4064 ^{ns}
TE/T2	5	27,9902*
Regressão	1	133,7608*
Falta de ajuste	4	1,5476*
TE/T2	5	27,9902*
Regressão	2	68,8617*
Falta de ajuste	3	0,7426*
TE/T2	5	27,9902*
Regressão	3	46,4782*
Falta de ajuste	2	0,2582 ^{ns}
TE/T3	5	57,8182*
Regressão	1	278,4154*
Falta de ajuste	4	2,6689*
TE/T3	5	57,8182*
Regressão	2	140,0014*
Falta de ajuste	3	3,0295*
TE/T3	5	57,8182*
Regressão	3	93,4117*
Falta de ajuste	2	4,4281*
TE/T4	5	52,3250*
Regressão	1	258,7410*

Falta de ajuste	4	0,7210*
TE/T4	5	52,3250*
Regressão	2	130,0570*
Falta de ajuste	3	0,5037 ^{ns}
Erro (b)	40	0,1848

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 4- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Concentração de oxigênio

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamento (A)	3	90,04688 ^{ns}
Erro (a)	8	44,2892
Tempo (B)	5	53,20181*
Interação A x B	15	25,82317 ^{ns}
TE	5	53,20181*
Regressão	1	198,5699*
Falta de ajuste	4	16,85979 ^{ns}
Erro (b)	40	20,09172

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

TE- Tempo

QUADRO 5- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Concentração de etileno

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamento (A)	3	150,8958*
Erro (a)	8	21,8485
Tempo (B)	5	180,4301 ^{ns}
Interação A x B	15	32,3819*
TE/T1	5	19,7773 ^{ns}
Regressão	1	28,3750*
Falta de ajuste	4	17,6279*
TE/T2	5	33,7404*
Regressão	1	4,5930 ^{ns}
Falta de ajuste	4	41,0272*
TE/T2	5	33,7404*
Regressão	2	44,6719*
Falta de ajuste	3	26,4527 ^{ns}
TE/T3	5	41,0313*
Regressão	1	0,3130 ^{ns}
Falta de ajuste	4	51,2109*
TE/T3	5	41,0313*
Regressão	2	75,0792*
Falta de ajuste	3	18,3327 ^{ns}
TE/T4	5	183,0269*
Regressão	1	222,0377*
Falta de ajuste	4	173,2742*
TE/T4	5	183,0269*
Regressão	2	154,1451*
Falta de ajuste	3	202,2815*

TE/T4	5	183,0269*
Regressão	3	219,5689*
Falta de ajuste	2	128,2139*
TE/T4	5	183,0269*
Regressão	4	224,1724*
Falta de ajuste	1	18,4448 ^{ns}
Erro (b)	40	13,6996

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 6- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- contagem de mesófilos aeróbios

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio
Tratamento (A)	3	4,0316*
Erro (a)	4	0,9605
Tempo (B)	5	6,2383*
Interação AxB	15	1,1434 ^{ns}
TE/T1	5	
Regressão	1	6,8510 ^{ns}
Falta de ajuste	4	2,5943 ^{ns}
TE/T1	5	
Regressão	2	8,6142*
Falta de ajuste	3	1,1896 ^{ns}
TE/T2	5	
Regressão	1	9,411*
Falta de ajuste	4	0,9899 ^{ns}
TE/T3	5	
Regressão	1	5,730*
Falta de ajuste	4	0,2559 ^{ns}
TE/T4	5	
Regressão	1	0,7995 ^{ns}
Falta de ajuste	4	2,5418*
TE/T4	5	
Regressão	2	0,9175 ^{ns}
Falta de ajuste	3	3,0439 ^{ns}
TE/T4	5	
Regressão	3	0,8028 ^{ns}
Falta de ajuste	2	4,2790 ^{ns}
Erro (b)	20	1,1667

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 7- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- contagem de psicrotróficos aeróbios e fungos filamentosos e leveduras

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio	
		Psicrotróficos	Fungos e Leveduras
Tratamento (A)	3	7,7913 ^{ns}	1,5405 ^{ns}
Erro (a)	4	3,3528	1,0765
Tempo (B)	5	22,978*	5,3073
Interação AxB	15	1,0685 ^{ns}	1,1161 ^{ns}
TE	5	22,9780	5,3073*
Regressão	1	96,6082*	25,199*
Falta de ajuste	4	4,5704 ^{ns}	0,3344 ^{ns}
Erro (b)	40	2,3175	0,9434

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

ANEXO – Capítulo 4

QUADRO 1- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Aparência (NOTA)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamento (A)	3	14,596*
Erro (a)	396	2,0705
Tempo (B)	5	26,8459*
Interação A x B	15	1,2867 ^{ns}
TE	5	26,8459*
Regressão	1	118,2744*
Falta de ajuste	4	4,9254 ^{ns}
Erro (b)	1782	2,1492

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

QUADRO 2- Análise de Variância (ANOVA) e Regressão- Sabor (NOTA)

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADO MÉDIO
Tratamento (A)	3	3,9572 ^{ns}
Erro (a)	396	2,8283
Tempo (B)	3	6,3673 ^{ns}
Interação A x B	9	5,1756 ^{ns}
Erro (b)	1188	2,8906

*Significativo ao nível 5% de probabilidade

ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade