

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DO MORANGO TRATADO EM
PÓS-COLHEITA COM CLORETO DE CÁLCIO E DO
ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA**

CINTIA DE SOUZA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP
Agosto – 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DO MORANGO TRATADO EM
PÓS-COLHEITA COM CLORETO DE CÁLCIO E DO
ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA**

CINTIA DE SOUZA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP
Agosto - 2004

REPRODUÇÃO
AUTORIZADA

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586q Silva, Cíntia de Souza, 1979-
Qualidade e conservação do morango tratado em pós-co-
lheita com cloreto de cálcio e do armazenamento em atmos-
fera modificada ativa / Cíntia de Souza Silva. -- Botuca-
tu : [s.n.], 2004.
x, 96 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas.
Orientador: Rogério Lopes Vieites.
Inclui bibliografia.

1. Morango. 2. Morango - Armazenamento. 3. Cálcio.
4. Fisiologia pós-colheita. I. Vieites, Rogério Lopes.
II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências
Agrônomicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

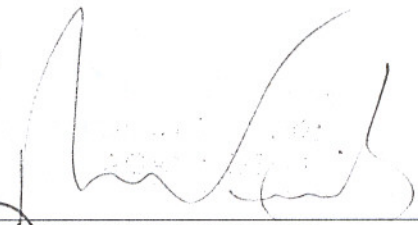
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

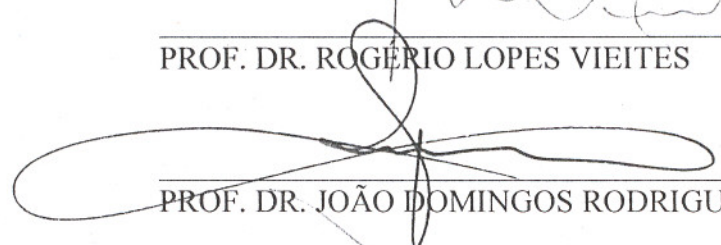
TÍTULO: "QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DO MORANGO TRATADO EM PÓS-COLHEITA COM CLORETO DE CÁLCIO E DO ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA MODIFICADA ATIVA"

ALUNA: CINTIA DE SOUZA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ROGÉRIO LOPES VIEITES

PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

PROF. DR. JOSÉ MARIA MONTEIRO SIGRIST

Data da Realização: 13 de agosto de 2004.

“Sabedoria é saber o que fazer, habilidade é saber como
fazer, virtude é fazer”

David Starr Jordan

Ao meu querido Deus, por sua maravilhosa graça e fidelidade

Ao meu amado marido Paulo, por ser a alegria da minha vida

Aos meus pais Wagner e Tereza, pela confiança e exemplo de vida digna

Ao meu irmão Felipe, pela sua infinita amizade

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Campus de Botucatu, por todos os conhecimentos adquiridos ao longo da minha vida acadêmica.

Ao Professor Dr. Rogério Lopes Vieites, pela valiosa amizade, e por todos os ensinamentos que, sem dúvida, foram base para meu aperfeiçoamento profissional.

Aos Docentes José Matheus Y. Perosa (Dedé), Sarita Leonel, Regina Evangelista e João Domingos, por todo apoio e valioso suporte técnico.

Ao Pesquisador Dr. José Maria Monteiro Sigrist, pelo exemplo de competência e dedicação.

À FAPESP pelo apoio financeiro e respeito à pesquisa nacional.

À Coordenação do Curso de Pós-graduação, representada pelo Prof. Dr. Lin Chau Ming, pela oportunidade recebida.

Ao técnico de laboratório Edson Alves Rosa, pela amizade e grande colaboração na execução do experimento, sempre com bom humor e disposição.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura, por todo o auxílio durante o Curso.

À funcionária da Seção de pós-graduação, Marlene, e todos os demais funcionários da seção e da biblioteca, pela atenção e por todos os serviços que prestaram sempre de forma solícita.

As amigas Luciana Costa, Luciana Manoel, Juliana Gadum, Elisângela Camilli e Mayra pelo companheirismo, verdadeira amizade e pelos melhores momentos...

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
4.1 Características gerais do morango.....	8
4.2 Características de qualidade no morango.....	9
4.3 Fisiologia pós-colheita do morango.....	12
4.3.1 Respiração.....	12
4.3.2 Transpiração.....	13
4.4 Transformações físicas e químicas.....	13
4.5 Métodos para conservação do morango.....	16
4.5.1 Refrigeração.....	17
4.5.2 Cálcio.....	18
4.5.2.1 Efeito do cálcio na parede celular.....	18
4.5.2.2 Outros efeitos do cálcio no tecido vegetal.....	20
4.5.2.3 Aplicação de cálcio em pós-colheita e seus efeitos na qualidade dos frutos.....	22
4.5.3 Atmosfera Modificada.....	25
4.5.3.1 Efeito da atmosfera modificada na qualidade dos frutos em pós- colheita.....	27
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5.1 Instalação e execução do experimento.....	30
5.2 Experimentos	32
5.2.1 Experimento 1: Imersão em cloreto de cálcio.....	32
5.2.2 Experimento 2: Armazenamento sob atmosfera modificada ativa.....	33
5.3 Metodologia das análises empregadas nos experimentos.....	34

5.3.1 Grupo controle.....	34
5.3.2 Grupo parcela.....	35
5.4 Forma de análise dos resultados.....	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO (Experimento 1: Avaliação da conservação pós-colheita dos morangos tratados com cloreto de cálcio).....	37
6.1 Perda de massa fresca.....	37
6.2 Aparência.....	38
6.3 Vida útil para comercialização.....	40
6.4 Incidência de doenças.....	41
6.5 Teor de cálcio.....	42
6.6 Sólidos solúveis	43
6.7 Acidez titulável e pH.....	45
6.8 Firmeza.....	47
6.9 Análise sensorial.....	49
7. CONCLUSÃO.....	52
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO (Experimento 2: Avaliação da conservação pós-colheita dos morangos armazenados sob atmosfera modificada).....	53
8.1 Perda de massa fresca.....	53
8.2 Aparência.....	55
8.3 Vida útil para comercialização.....	56
8.4 Incidência de doenças.....	57
8.5 Sólidos solúveis	59
8.6 Acidez titulável e pH.....	60
8.7 Teor de vitamina C.....	62
8.8 Açúcar redutor e Açúcar total.....	64
8.9 Firmeza.....	65
8.10 Análise sensorial.....	68
9. CONCLUSÃO.....	71
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
APÊNDICE.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Variação média percentual de perda de massa fresca dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	38
2	Variação média da aparência dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita	39
3	Variação média da vida útil ara comercialização dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	40
4	Variação média percentual da incidência de doenças dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	42
5	Variação média do teor de cálcio (mg.Kg ⁻¹) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	43
6	Variação média de sólidos solúveis (°Brix) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	44
7	Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico.100g de tecido fresco ⁻¹) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	45
8	Variação média de pH dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	47
9	Variação média de firmeza (gf.cm ⁻³) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	48
10	Variação média da análise sensorial (sabor, textura e aroma) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.....	50
11	Variação média percentual de perda de massa fresca dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	53
12	Variação média da aparência dos morangos armazenados em atmosfera	

	modificada nos diferentes tratamentos	55
13	Variação média da vida útil para comercialização dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	56
14	Variação média percentual da incidência de doenças dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	58
15	Variação média de sólidos solúveis (°Brix) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	59
16	Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico.100g de tecido fresco ⁻¹) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	60
17	Variação média de pH dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	61
18	Variação média do teor de vitamina C (mg.100g de tecido fresco ⁻¹) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	63
19	Variação média do teor de açúcar redutor dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	64
20	Variação média do teor de açúcar total dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	64
21	Variação média da firmeza (gf/cm ⁻³) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	66
22	Variação média análise sensorial (sabor, textura e aroma) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Produção de morangos, localizada no município de Botucatu/SP.....	31
2	Ponto de colheita dos morangos ($\frac{3}{4}$ vermelho).....	31
3	Morangos imersos em cloreto de cálcio.....	33
4	Processo de embalagem das frutas em atmosfera modificada.....	34

1. RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade e conservação do morango tratado em pós-colheita com cloreto de cálcio e em armazenamento sob atmosfera modificada. O experimento foi conduzido com morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) ‘Oso Grande’, produzidos na cidade de Botucatu-SP e colhidos no estágio de maturação $\frac{3}{4}$ vermelho. O primeiro experimento consistiu da imersão das frutas em diferentes concentrações de CaCl_2 durante 2 horas: 0% (testemunha), 1,0 %, 2,0%, 3,0% e 4,0%. Os parâmetros analisados foram: perda de massa fresca, aparência, tempo de vida útil, incidência de doenças, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, teor de cálcio, firmeza e análise sensorial. O segundo experimento realizado consistiu no armazenamento das frutas em embalagens de polietileno sob diferentes misturas gasosas: testemunha, vácuo parcial, 5% O_2 e 1% CO_2 ; 5% O_2 e 3% CO_2 ; 5% O_2 e 5% O_2 . Os parâmetros analisados foram: perda de massa fresca, aparência, tempo de vida útil, incidência de doenças, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, açúcar redutor e total, vitamina C, firmeza e análise sensorial. Para avaliação da conservação pós-colheita, os frutos foram armazenados a $0^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}/90 \pm 5\% \text{ UR}$ por 12 dias e avaliados a cada 2 dias. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos no 1º experimento permitem concluir que, apesar da imersão em CaCl_2 ter sido eficiente para aumentar o teor de cálcio nas frutas, as diferentes concentrações testadas propiciaram aos

morangos maior perda de massa fresca, incidência de doenças, depreciação na aparência, sabor, textura e aroma, diminuindo, portanto a qualidade e vida pós-colheita da fruta. Já os resultados do 2º experimento indicam que as frutas do tratamento testemunha apresentaram maior vida útil, melhor aparência, sabor e aroma, adquirindo assim, melhor conservação pós-colheita.

Palavras-chave: *Fragaria ananassa* Duch., qualidade, armazenamento, cálcio, composição gasosa.

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DO MORANGO TRATADO EM PÓS-COLHEITA COM CLORETO DE CÁLCIO E DO ARMAZENAMENTO EM ATMOSFERA MODIFICADA Botucatu, 2004. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: CINTIA DE SOUZA SILVA

Adviser: ROGÉRIO LOPES VIEITES

2. SUMMARY

The objective of this work was evaluate has postharvest immersion in calcium chloride and storage in modified atmosphere, effect the quality and postharvest conservation of strawberries. The experiment was conducted with strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) ‘Oso Grande’, produced in the city of Botucatu-SP-Brazil and picked in the maturation stage red $\frac{3}{4}$. The first experiment consisted of the immersion of the fruits in different concentrations of CaCl_2 for 2 hours: 0% (control), 1,0%, 2,0%, 3,0% and 4,0%. The analyzed parameters were: regarding fresh mass loss, appearance, shelf life, incidence of disease, soluble solids, titratable acidity, pH, calcium contents, firmness, and sensorial analysis. The second experiment consisted of the storage of the fruits in polyethylene packing under different gaseous mixtures: control, vacuum, 5% O_2 and 1% CO_2 ; 5% O_2 and 3% CO_2 ; 5% O_2 and 5% CO_2 . The analyzed parameters were: regarding fresh mass loss, appearance, shelf life, incidence of disease, soluble solids, total titratable acidity, pH, reducer and total sugars, vitamin C, firmness and sensorial analysis. For evaluation of the post-harvest conservation the fruits were stored $0^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}/90 \pm 5\%$ UR for 12 days and appraised every 2 days. The statistical layout was completely randomized, by comparing the means with Tukey test in a ratio of 5% probability. The results obtained in the 1° experiment conclude that, although the immersion in CaCl_2 has been efficient in increasing the content of calcium in the fruits, the different tested concentrations attributed to the strawberries with a greater loss of fresh mass, incidence of disease, depreciation in appearance, flavor, texture and aroma therefore decreasing the quality and post-harvest life of the fruit. The results of the 2° experiment

already indicate that the treated fruits have a larger shelf life, better appearance, flavor and aroma, thus acquiring better postharvest conservation.

Keywords: *Fragaria ananassa* Duch., quality, storage, calcium, gaseous composition.

3. INTRODUÇÃO

O morango é um fruto agradável aos olhos e ao paladar, com poucas calorias e muito nutritivo. Por ser rico em bioflavonóides, como a antocianina e o ácido elágico, sua utilização já foi relacionada à prevenção de alguns tipos de câncer. Relatado como excelente fonte de vitamina C contém também, alto teor de fibras solúveis, contribuindo para a redução dos níveis de colesterol no sangue. Devido ao seu sabor característico e à sua coloração vermelho-vivo, possui boa aceitação, podendo ser consumido *in natura* ou na forma dos mais variados doces, bebidas e conservas.

No mercado mundial, a cultura do morangueiro está em plena expansão, tanto em termos de produção, como de consumo (AGRIANUAL, 2000). A produção mundial de morango, em 2003 foi de 3.198.689 t, usando uma área cultivada de 211.646 ha, com um crescimento médio de 20% nos últimos 10 anos. O EUA é o principal país produtor (30% do total produzido mundialmente), seguido do Uzbequistão, Kuwait e Espanha (FAO, 2004).

Em relação ao comércio mundial do morango, o país que mais exporta em termos de quantidade é a Nova Zelândia (938.000 t), seguido da Coréia (743.000 t), China (532.000 t), Canadá (401.000 t) e Suécia (355.000 t). Os maiores países importadores são a Polônia, Irlanda, Croácia, Finlândia e Letônia (FAO, 2004).

No Brasil, a cultura do morango tem grande significado tanto sob o ponto de vista econômico, como social, visto que seu consumo tem aumentado a cada ano

(CASTELLANE, 1986), e por tratar-se de uma exploração que agrega grande contingente de mão de obra familiar e rural. A produção nacional é estimada em torno de 27 mil toneladas anuais, exploradas em área superior a 1000 ha, sendo voltada basicamente para o mercado interno, tanto para o consumo *in natura* como para industrialização (FAO, 2004). Entretanto, em pequena escala tem havido exportação do produto sob as duas formas, principalmente para Argentina e Chile. São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul são os principais estados produtores do país. Também, nos estados do Paraná, Santa Catarina, Distrito Federal e Goiás a cultura do morangueiro vem se expandindo gradativamente, tornando-se, em certas localidades, excelente opção de renda (GROPPO *et al.*, 1997 e RONQUE, 1998).

Destacando-se o estado de São Paulo, a cultura do morango apresenta área de cultivo bastante restrita, porém nos municípios onde está instalada é, sem dúvida, a principal atividade agrícola. O cultivo desta hortaliça se apresenta, principalmente, nos municípios de Atibaia, Mogi das Cruzes, Valinhos, Jarinu, Monte Alegre do Sul, Socorro, Bragança Paulista, Joanópolis entre outros, sendo que a região de Atibaia, representa cerca de 60% do total plantado no estado (CRUZ, 1999).

Apesar das excelentes características organolépticas, o morango é um fruto altamente perecível, que apresenta alta taxa respiratória e limitada vida pós-colheita (LIMA, 1999). Os fatores que influenciam nas perdas de qualidade pós-colheita do morango estão relacionados com danos ocorridos durante a colheita e transporte, temperatura inadequada e embalagens não apropriadas (FLORES-CANTILLANO, 1999).

Para minimizar e prevenir estas perdas pós-colheita, o desenvolvimento de novas tecnologias se faz necessário. Pesquisas recentes têm evidenciado o efeito dos nutrientes minerais, e particularmente do cálcio, na manutenção da qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças (SILVA, 2002). Alguns dos efeitos já relatados na literatura comprovam que este elemento tem conseguido controlar distúrbios fisiológicos, retardar o amadurecimento e senescência, diminuir a respiração e a produção de etileno (AWAD, 1993).

O uso do armazenamento de frutas e hortaliças sob atmosfera modificada também vem sendo pesquisado a fim de diminuir as perdas pós-colheita destes produtos, mantendo sua qualidade por maior período de tempo. Os principais efeitos descritos na literatura sobre essa tecnologia são o da diminuição do metabolismo dos produtos, devido

ao acúmulo de CO₂ e água nas embalagens, evitando conseqüentemente a perda de água pela transpiração (COELHO, 1994 citado por MELO NETO, 1996).

Assim, face ao grande potencial tanto da utilização do cálcio, como do armazenamento em ambiente modificado e à carência de estudos no qual se refere ao morango, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da imersão pós-colheita em cloreto de cálcio e do armazenamento sob atmosfera modificada na qualidade e conservação de morangos, quantificando as possíveis modificações físicas, químicas, fisiológicas e microbiológicas durante o seu armazenamento.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Características gerais do morango

O morangueiro, segundo a classificação botânica, pertence à família das Rosáceas e ao gênero *Fragaria*. A espécie cultivada atualmente (*Fragaria ananassa* Duch.) resulta da hibridização de até 3 espécies americanas, *Fragaria chiloensis*, *Fragaria virginiana* e *Fragaria ovalis* (LIMA, 1999), plantadas lado a lado em jardins europeus, com finalidade ornamental e medicinal (MEZZALIRA, 1986). Data do século XIX o início de sua exploração em caráter comercial (REBELO e BALARDIN, 1997).

Os frutos do morangueiro, segundo Moura, citado por Biaggioni (1989) são classificados como sendo do tipo agregado, que são aqueles que provém de vários ovários (ou pistilos) de uma única flor. Os verdadeiros frutos encontram-se presos ao

receptáculo já desenvolvido, sendo pequenos, duros, superficiais, denominados botanicamente de aquênios e vulgarmente de sementes (GALETTA e HIMELRICK, 1990). A base da flor, que é um receptáculo convexo, desenvolve-se e ao amadurecer torna-se uma polpa carnuda de coloração vermelha, que é a parte comestível do morango (CAMARGO, 1964).

Atualmente, as cultivares de morangueiro cultivadas no Brasil se comportam como plantas de dia curto, isto é, necessitam que haja diminuição de fotoperíodo e da temperatura para iniciarem a floração e a frutificação (PASSOS, 1986). Assim, os plantios de mudas ocorrem em geral de março a abril e dependendo da região e da cultivar utilizada, a colheita dos frutos se iniciam em maio, podendo prolongar-se até o início de dezembro (CASTELLANE, 1993).

Dentro dos cultivares plantados no Brasil, destaca-se o cultivar Campinas (IAC 1247) criado no Instituto Agrônomo de Campinas, que chegou, na ocasião de sua introdução, a representar quase 90% da área plantada no Estado de São Paulo. Contudo, outros cultivares surgiram, visando a produção de frutos de melhor aceitação pelos consumidores, sendo que os cultivares mais promissores são Oso Grande, Sweet Charlie e Tudla, pelo sabor, coloração dos frutos e produtividade (CRUZ, 1999).

O grande interesse que a cultura do morangueiro vem despertando está relacionado, segundo Luccas (1989), à sua maior rentabilidade quando comparada a outras culturas. Independentemente da finalidade, indústria ou consumo *in natura*, o morango atinge cotações elevadas pelo fato de não encontrar grandes concorrências com outras frutas, uma vez que é colhida do final do outono a meados da primavera (CASTELLANE, 1986).

4.2 Características de qualidade no morango

Os atributos de qualidade normalmente exigidos pelo consumidor, para a maioria das frutas e hortaliças em geral, são: aparência, sabor, odor, valor nutritivo, condição e ausência de defeitos. No caso do morango, esta condição é facilmente atingida, já que este apresenta atração peculiar, por sua cor vermelho-brilhante, odor envolvente, textura macia e sabor levemente acidificado (HULME, 1971).

A cor atrativa é devido à presença de pigmentos de antocianinas, denominados compostos fenólicos (LIMA, 1999). A presença deste pigmento é indicador do amadurecimento desta fruta (MONTERO *et al.*, 1996).

O odor (aroma) é um importante atributo de qualidade, já que influencia no sabor dos alimentos. Sua constituição se dá pelos compostos voláteis (ésteres, alcalóides e fenóis), que nos alimentos encontram-se em pequenas concentrações, inferiores a 100 mg.L⁻¹. Segundo Chitarra e Chitarra (1990), no caso do morango, o composto volátil de maior significância é o acetato de butila. Outros compostos voláteis que contribuem para o aroma do morango são o etil butanato, metil butanato e metil hexanato (MISZCKAK *et al.* 1995).

A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema relevância, especialmente para as cultivares destinadas à produção de fruto para consumo *in natura*, pois além de permitirem melhor manuseio e transporte, possibilitam a conservação das qualidades organolépticas por mais tempo, expandindo significativamente o período de comercialização (SILVA, 2002). Os teores de pectina total de frutos de morangueiro recém-colhidos situam-se entre 800 e 900 mg.100 g de polpa⁻¹, enquanto os teores de pectina solúvel mantêm-se entre 100 e 150 mg.100 g de polpa⁻¹ (SCALON, 1996).

O sabor do morango é um dos mais importantes aspectos de qualidade, sendo condicionado em parte pelo balanço açúcar/acidez do fruto (SHAM, 1990). Segundo Avigdor-Avidov (1986), citado por Flores-Cantillano (1999) o conteúdo total de açúcares, no morango, aumenta significativamente até que o fruto esteja totalmente maduro, através de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos; no entanto, o teor de ácidos orgânicos diminui com o amadurecimento, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Hulme (1971) define que o sabor característico do morango é proveniente principalmente dos ácidos cítrico e málico. Estes resultados concordam com Woodward (1972) que define que os principais ácidos presentes no morango são os ácidos cítrico e málico, sendo que os ácidos glicólico e shiquímico estão presentes em pequenas quantidades. De acordo com Bergamaschi *et al.* (1996) o ácido orgânico predominante no morango é o ácido cítrico, com conteúdo de 2,5 a 3,5 vezes superior ao ácido málico.

Segundo Maniken e Söderling (1980), a glicose, sacarose e frutose compõem mais de 99% do total de açúcares no morango já maduro, tanto que o sorbitol, xilitol e xilose estão presentes em quantidades ínfimas. Já Gutierrez *et al.* (1976) reportaram valores menores dos açúcares glicose, sacarose e frutose, somando somente 72,8%. Nunes *et al.* (1998), trabalhando com o cultivar ‘Oso Grande’ encontrou valores de 1,60 g.100 g⁻¹ para frutose, 0,96 g.100 g⁻¹ para glicose e 0,52 g.100 g⁻¹ para sacarose. A conversão da sacarose em glicose e frutose se dá pela invertase, e representa uma das alterações químicas características do processo de amadurecimento dos frutos (AWAD, 1993).

Os níveis de sólidos solúveis variam muito entre as diversas variedades de morango. Segundo Plochanski (1986), pode variar de 7,2 a 9,6 °Brix. Shamalaia *et al.* (1992) trabalhando com 5 diferentes cultivares de morango encontraram valores entre 7,7 e 9,7 °Brix. Já Montero *et al.* (1996) trabalhando com o cultivar ‘Chandler’ encontraram valores que variaram de 4,5 a 15,0 °Brix.

O pH médio dos morangos, determinado por Shamalaia *et al.* (1992), apresentou valores que variaram entre 3,18 e 3,49. Nunes *et al.* (1995) encontraram valores de pH de 3,50, para o cultivar ‘Oso Grande’, enquanto Montero *et al.* (1996) trabalhando com o cultivar Chandler encontraram valores de pH que variaram de 3,7 a 4,3.

Os minerais de maior destaque, segundo Hulme (1971) são o cálcio e o fósforo. De acordo com os dados de composição de alimentos do IBGE (1981) o morango apresenta 29 mg.100g⁻¹ de cálcio e fósforo, e 1 mg.100g⁻¹ de ferro. De acordo com Cheour *et al.* (1990) e Cheour *et al.* (1991), o valor médio de cálcio no morango encontra-se na faixa de 0,190 a 0,280%. Estes valores são semelhantes aos relatados por Scalón (1996), que variaram entre 0,224 e 0,358 % e aos de Souza *et al.* (1999), ao redor de 0,27%.

Segundo Pazinato (1999) o morango contém ainda vitaminas e fibras, dentre as quais se destacam as vitaminas do complexo B e a C, a qual, segundo Lima (1999) predomina sob a forma de ácido ascórbico, com teor de 60 mg.100g⁻¹. Nunes *et al.* (1995) encontraram valores de ácido ascórbico de 42,67 mg.100g⁻¹, para o cultivar ‘Oso Grande’. O morango contém ainda alto teor de fibras solúveis, contribuindo para a redução dos níveis de colesterol no sangue. Por ser rico em bioflavonóides, como a antocianina sua utilização é relacionada à prevenção de alguns tipos de câncer.

4.3 Fisiologia pós-colheita do morango

A principal característica das frutas e hortaliças é a sua condição de tecido vivo, portanto, sujeita a processos fisiológicos e químicos importantes em pós-colheita, como a respiração e a transpiração. Isso significa que estão submetidas a mudanças constantes após a colheita, na maioria das vezes de caráter irreversível. Algumas destas mudanças são desejáveis, pois contribuem melhorar o aspecto, sabor e aroma. Entretanto, a maioria não é desejável, pois contribuem para a perda da qualidade (LIZANA, 1975).

4.3.1 Respiração

A respiração é o conjunto de processos metabólicos, mediante os quais as células obtêm energia a partir da oxidação de moléculas pelo oxigênio (FLORES-CANTILLANO, 1999). Após a colheita, a respiração consiste no principal processo fisiológico dos frutos, que utilizam suas próprias reservas de substratos, acumulados durante o crescimento e maturação, para se manterem vivos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A taxa respiratória é um excelente indicador da atividade metabólica do tecido que, juntamente com o tipo ou comportamento respiratório, determina a longevidade dos frutos na fase pós-colheita (CIA, 2002). Em função do comportamento respiratório, os frutos podem ser divididos em dois grupos: os climatéricos, que apresentam aumento significativo da taxa respiratória até alcançar um máximo e logo diminuir, com aumento da produção de etileno; e os não climatéricos, que apresentam diminuição gradual da respiração e não há produção de etileno endógeno nos níveis das frutas climatéricas (CHITARRA e CHITARRA, 1990; FLORES-CANTILLANO, 1999).

De acordo com alguns autores (BIALE, 1960; WOODWARD, 1972; AVIGDORI-AVIDOV, 1986; ABELES e TAKEDA, 1990; FLORES-CANTILLANO, 1999) o morango é tido como fruta não climatérica, devendo, portanto, estar no estágio ótimo de amadurecimento na época da colheita, já que o seu amadurecimento não se completa após a colheita (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Apesar de apresentar comportamento de respiração não climatérico, o morango apresenta alta taxa respiratória, (aproximadamente $15 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a 0°C) a

qual aumenta entre 4 a 5 vezes quando a temperatura aumenta até 10°C, e incrementa-se até 10 vezes se a temperatura aumenta até 20°C (FLORES-CANTILLANO, 1999). Segundo Biale (1960) a taxa de respiração do morango apresenta, a 20°C, valores em torno de 65 ml CO₂ . Kg⁻¹ . h⁻¹. O aumento da taxa respiratória também ocorre quando os morangos sofrem danos mecânicos, devido ao aumento da concentração de etileno (KADER, 1991).

O morango produz baixos níveis de etileno (<0,1 ml . Kg⁻¹ . h⁻¹) e não responde a aplicações de etileno exógeno quando se tenta estimular seu processo de maturação (MASSON e JARVIS, 1970). Os resultados obtidos por Kader (1979) confirmam estes dados, tendo em vista que a produção de etileno apresentou-se em torno de 0,01 a 0,1 ml . Kg⁻¹ . h⁻¹.

4.3.2 Transpiração

A transpiração é o termo biológico aplicado à evaporação de água dos tecidos vegetais através das estruturas anatômicas das frutas como: estômatos, lenticelas, cutículas, pedúnculos e regiões de inserção do pedúnculo ao fruto (NELSON, 1979). Esta perda de água tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais (YANG e HOFFMAN, 1984), assim como na qualidade das frutas, comprometendo sua aparência.

Segundo Ronque (1998), o morango, devido a seu tamanho, apresenta grande superfície exposta para a transpiração em relação ao seu peso, que acaba comprometendo seriamente sua qualidade, causando perda de peso, enrugamento, ressecamento e amolecimento do fruto. Além disso, não possui membrana protetora que possa dificultar a perda de água, sendo um fruto que pode atingir 90% de umidade (HULME, 1971). A percentagem máxima de perda de água antes de o morango tornar-se inaceitável comercialmente é de 6% de sua massa na colheita (FLORES-CANTILLANO, 1999).

4.4. Transformações físicas e químicas

O morango, sendo fruto não climatérico, é colhido no estágio ótimo de amadurecimento, porém continua sofrendo algumas modificações composicionais durante o período de armazenamento. Dentre as principais transformações químicas e físicas de interesse

comercial no morango, destaca-se principalmente as alterações nos teores de carboidratos, ácidos orgânicos, pigmentos, compostos voláteis, textura e peso.

Os carboidratos abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos encontrados em tecidos vegetais, desempenhando papel importante na estrutura, sabor e valor nutricional de produtos hortifrutícolas. Segundo Montero (1996), os açúcares são um dos componentes solúveis principais em frutas maduras e provêm energia para as mudanças metabólicas.

Montero (1996), em experimento realizado com morangos do cultivar 'Chandler', identificou as principais mudanças dos valores de açúcares totais e sólidos solúveis durante o desenvolvimento e o amadurecimento. Seus resultados descrevem aumento dos valores de açúcares totais até aos 35 dias de maturação das frutas, seguido por acentuada queda; já para os valores de sólidos solúveis o aumento se deu somente até aos 28 dias. Estes resultados concordam com Chitarra e Chitarra (1990) que reportam que o teor mais elevado de açúcares permanece por curtos períodos durante o armazenamento, decrescendo com a senescência dos frutos.

De acordo com Will *et al.*, citado por Giannoni (2000) e Montero (1996), o aumento no teor de açúcares é atribuído principalmente à perda de água pelos frutos, além de hidrólise de polímeros estruturais da parede celular. Chitarra e Chitarra (1990) explicam que a elevação no teor de açúcares se deve ao amadurecimento do fruto, que também ocasiona decréscimo na acidez e adstringência, pela redução no teor de compostos ácidos e fenólicos.

A contribuição dos ácidos orgânicos para a qualidade dos frutos, em termos de sabor, deve-se, principalmente, ao balanço entre os seus conteúdos e os de açúcares (MEDLICOTT, 1985). Porém, para a maioria das frutas, o teor de ácidos orgânicos diminui após a colheita (ULRICH, 1970). Esta diminuição, segundo Brody (1996), está relacionada com a conversão dos ácidos orgânicos em açúcares. Gayon (1972) relaciona a perda de acidez com a menor capacidade de síntese de ácidos orgânicos em frutos maduros. Em experimento para avaliar a vida de prateleira de morangos armazenados por 8 dias a 3 °C, Paraskepoulou-Paroussi e Vanilakakis (1995) determinaram que acidez diminuiu de 0,84% para 0,78% com o decorrer do experimento.

De acordo com Scalon (1996) e Silva (2002) o conteúdo de vitamina C dos frutos durante o manuseio pós-colheita e práticas de armazenamento também tem sido motivo de vários estudos, já que este teor tende a se reduzir significativamente com o avanço do amadurecimento, devido à alta atividade metabólica da enzima ácido ascórbico oxidase (ISLAN *et al.*, 1993). Estes resultados discordam dos de Flores-Cantillano (1999), citando Avigdori-Avidov (1986), que relata aumento nos teores de ácido ascórbico durante o amadurecimento do morango. Ainda Montero (1996) descreve um aumento na concentração de ácido ascórbico durante o desenvolvimento e amadurecimento do morango.

A alteração na coloração de morangos é um forte indicador do amadurecimento desta fruta, assim como critério essencial na avaliação visual utilizada pelos consumidores. Durante o amadurecimento há decréscimo no conteúdo de clorofila, devido, principalmente, a mudanças de pH, sistemas oxidativos e ativação da clorofilase (KADER, 1979). Ao mesmo tempo ocorre a síntese de antocianinas, que é o principal pigmento presente no morango maduro. Montero (1996) descreve o aumento significativo de antocianinas durante o desenvolvimento e amadurecimento do morango, com valores que chegam a 0,8 mg.g⁻¹ de polpa.

Em relação aos compostos voláteis, o amadurecimento proporciona aumento substancial em sua síntese, sendo que alguns fatores podem influenciar na quantidade desta produção. Segundo Ryall e Lipton (1972) quanto maior for a temperatura de armazenamento, maior será a produção de compostos voláteis; por outro lado, o armazenamento em atmosfera controlada também diminui a produção de substâncias voláteis. Miszczak *et al.* (1995) determinaram, para morangos do cultivar 'Kent', armazenados durante 10 dias à 15 °C, concentrações de compostos voláteis entre 200 a 1400 µmol.m⁻³, sendo estes valores maiores para as frutas em avançado grau de amadurecimento.

Mudanças na textura de morangos durante o período pós-colheita foram observadas por diversos pesquisadores (CHEOUR *et al.*, 1990; MANNING, 1993; FLORES-CANTILLANO, 1999; SILVA, 2002). Segundo Manning (1993) a textura é determinada pela estrutura dos polissacarídeos (substâncias pécticas), que são solubilizadas durante o amadurecimento das frutas, conduzindo a maior amaciamento, com conseqüente perda de firmeza. Para Awad (1993), a perda da consistência do fruto deve-se a dois fatores

principais, perda excessiva de água e decomposição enzimática da lamela média e parede celular.

Brackmann *et al.* (2001) descreve a constante diminuição da firmeza de morangos cv. 'Oso Grande' armazenado sob elevadas pressões de CO₂, com valores que variaram de 10 N no ponto inicial, para 5,5 N no final do período de estocagem. Ainda Silva e Vieites (2000) relataram diminuição de 2,1 lb.pol⁻² na firmeza de morangos armazenados durante 12 dias a 4 °C.

A perda de massa fresca pode ser considerada um parâmetro importante na qualidade do morango, que segundo Ronque (1998), não deve ultrapassar 6%, devido a sua falta de aceitação comercial. O mesmo autor, durante armazenamento de morangos à temperatura de 0 °C e U.R. de 85%, registrou a porcentagem de 4,4% de perda de massa fresca aos 2 dias de estocagem, chegando a 13,3% aos 10 dias. Calegaro *et al.* (2002) utilizando temperatura de 0°C em armazenamento de morangos cv. 'Oso Grande', determinou perda de massa fresca de 17,1% aos 7 dias e 23,7% aos 14 dias de estocagem.

4.5 Métodos para conservação do morango

Um dos grandes problemas na produção do morango é a conservação após a colheita, pois se trata de um produto extremamente perecível, atingindo, conforme a cultivar e as condições ambientais, perdas totais em apenas 48 horas depois de colhido (RONQUE, 1998).

Em virtude dos altos teores de umidade, o morango se torna substrato ideal a proliferação de microrganismos patogênicos que causam consideráveis danos durante a pós-colheita. Segundo Flores-Cantillano (1999), as perdas patológicas são causadas principalmente pelos fungos: *Botrytis cinerea* (mofo cinzento), *Rhizopus nigricans*, *Rizoctonia solani* e *Phytophthora*.

Assim, a comercialização e a disponibilidade de morangos são restritas, devido à rápida deterioração dos frutos causada pela senescência e doenças pós-colheita, que acarretam perdas consideráveis tanto nutritivas, quanto econômicas. Sendo assim, várias tecnologias vêm sendo pesquisadas e desenvolvidas para minimizar e prevenir

essas perdas após a colheita, garantir a manutenção da qualidade e prolongar a vida útil de morangos (LIMA, 1999).

4.5.1 Refrigeração

A temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados (SILVA, 1999). Para Ronque (1998), todas as outras técnicas não terão bom efeito se não forem complementadas com o abaixamento da temperatura.

Segundo Bleinroth (1992) a baixa temperatura no armazenamento reduz os processos de amadurecimento e senescência, retardando o desenvolvimento dos microrganismos que possam estar presentes. Ainda, Spagnol e Sigrist (1992), citando Pantastico (1975) descrevem que altas temperaturas são prejudiciais à qualidade de frutas, pois afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais, como a composição dos gases da atmosfera, perda de peso e desenvolvimento e disseminação de microrganismos.

A temperatura de conservação dos frutos, segundo Handergurg *et al.* (1986), varia de 0 a 15°C, sendo que para cada um deles existe uma temperatura crítica que deve ser respeitada, evitando-se assim, sérios distúrbios no produto armazenado.

Segundo Ronque (1998), a melhor conservação do morango ocorre em temperaturas de 0 a 10°C, e umidade relativa de 85 a 90%. Nestas condições pode ser conservado por até 5 dias (para consumo *in natura*) e por até 7 dias (para industrialização), sem perdas significativas na qualidade. Hardenburg *et al.* (1986) indica para um período de conservação de 5 a 7 dias, temperatura de 0°C e umidade relativa de 90 a 95%.

Bleinroth (1986) estabelece que normalmente o morango é estocado comercialmente por períodos não superiores a 6 dias em temperaturas entre 0 e 4°C. Contudo, Flores-Cantillano (1999) afirma, que em geral, as condições ideais de conservação do morango são de temperatura de 0°C, com 90-95% de U.R., durante 1- 2 semanas.

Entretanto, quanto mais rapidamente a temperatura da fruta for trazida perto da sua ótima de armazenamento, maior será a vida de pós-colheita deste produto. Nunes

et al. (1995), em experimento com morangos armazenados sob refrigeração a 1°C durante 7 dias, determinou que as frutas resfriadas imediatamente após a colheita apresentaram 8,26% de perda de massa e firmeza de 5,53 N, enquanto as frutas resfriadas 6 horas após a colheita apresentaram perda de massa 11,80% e firmeza de 4,32 N.

Contudo, um dos principais problemas do armazenamento refrigerado no morango é o aumento da incidência de *Botrytis cinerea*, já que o fungo se desenvolve em temperaturas relativamente baixas, ao redor de 5 a 10°C (FLORES-CANTILLANO, 1999).

4.5.2 Cálcio

O papel do cálcio em retardar a senescência e proporcionar textura mais firme aos frutos, conferindo-lhes maior resistência aos danos de natureza fisiológica, microbiana e mecânica é devido às inúmeras funções deste cátion no tecido vegetal.

Segundo Scalon (1996), o cálcio ocorre nos tecidos na forma livre ou ligado a grupos carboxílicos, fenólicos e fosfóricos. A maior parte do cálcio nos tecidos, cerca de 60%, segundo Tobias *et al.* (1993), encontra-se imobilizado no apoplasto (parede celular e espaços intercelulares), e o restante nos vacúolos ou em associação com as membranas e certas organelas, como mitocôndrias e cloroplastos.

4.5.2.1 Efeito do cálcio na parede celular

A parede celular é constituída de várias camadas das quais, a primeira encontra-se unindo as células vizinhas e a última, próxima ao plasmalema (BRETT e WALDRON, 1990). A lamela média é a camada mais externa e pode ser considerada extensão do material da matriz da parede celular primária, desempenhando primariamente a função de adesão intercelular.

De acordo com Junqueira e Carneiro (1997) a parede das células vegetais, cuja espessura varia de 0,1 a vários micrômetros, é formada por fibrilas de celulose embebidas em material hidrofílico, a matriz, constituído, essencialmente por hemicelulose, pectina e glicoproteínas. As proporções médias destes elementos foram definidas por John e

Dey (1986), sendo 23% de celulose, 24% de hemicelulose, 34% de pectina e 19% de glicoproteína.

As substâncias pécticas são os principais componentes químicos destes tecidos, responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos e hortaliças. São formadas de polissacarídeos complexos, altamente ramificados e hidrófilos, ricos em ácido galacturônico entremeados com resíduos de raminose, onde se ligam cadeias de açúcares neutros que resultam em regiões muito ramificadas que ligam pectinas com hemicelulose (MANGAS *et al.*, 1992).

Segundo Scaloni (1996) a alta proporção de ácido galacturônico na pectina confere característica altamente ácida ao polissacarídeo. As plantas alteram essa característica pela adição ou remoção de ésteres metílicos, sendo que o grau de metilesterificação determina a habilidade da pectina formar ligações cruzadas com o cálcio.

Contudo, as pectinas, são polímeros aniônicos, com reconhecida capacidade de formar gel (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 1997), preenchendo o espaço entre as camadas fibrosas de celulose. Em solução, ocorre a ligação cooperativa de íons cálcio a grupos carboxílicos de segmentos não esterificados ou ramificados. Essas ligações formam o pectato de cálcio, que é insolúvel e também designado como protopectina, predominante nos frutos imaturos (CHITARRA e CHITARRA, 1990), conferindo resistência.

No amadurecimento das frutas ocorre, gradualmente, a solubilização dos pectatos de cálcio em pectinas solúveis, através de enzimas como a poligalacturonase e pectinametilesterase (BRAMLAGE *et al.* 1980), trazendo modificações na textura dos frutos. Huber (1984) observou que a proporção de substâncias solúveis aumentou de 30% nos frutos verdes para 65% nos maduros.

Estudos sobre o amadurecimento de frutos têm indicado que a taxa de senescência depende do nível de cálcio nos tecidos. Segundo Alonso *et al.* (1995) a presença de cálcio além de conferir insolubilidade ao material péctico, com a formação de pectato de cálcio, inibe a degradação pela poligalacturonase. Ainda Silva (1999) define que o pectato de cálcio limita a ação da enzima pectinametilesterase.

Em tecidos pobres em cálcio, a lamela média se apresenta aparentemente distendida e eventualmente separada, apresentando, nestas regiões, desorganização das microfibrilas (GLEEN e POOVAIAH, 1990). Stow (1993) define que

embora outros fatores estejam envolvidos, a perda de cálcio pela lamela média é considerada um grande fator contribuinte para o amaciamento dos frutos.

Bateman e Lumsden (1965) e Watkins *et al.* (1982) concluíram que o pectato de cálcio retarda o amaciamento de frutos por impedir a ação de poligalacturonases produzidas por fungos. Eckert e Ratnayake (1983) observaram que o desenvolvimento de doenças pós-colheita depende, sobretudo, da capacidade dos patógenos secretarem enzimas que despolimerizam os polímeros pécticos insolúveis, levando a perda de coesão do tecido e separação das células individuais, que tem aumentado sua permeabilidade, permitindo a difusão de metabólitos que podem ser usados como substrato para o crescimento do patógeno.

Contudo, já foi constatado que a solubilização de pectinas não é o único fator que afeta a firmeza, ou que diferencia frutos firmes de macios (SCALON, 1996). Durante o amadurecimento do morango, ocorre aumento na proporção de açúcares neutros associados com pectinas solúveis, destacando-se a ramnose, arabinose e galactose (HUBER, 1984). O aumento desses açúcares indica que alterações nas ligações entre carboidratos e parede celular podem ocorrer durante o amadurecimento do fruto.

Knee *et al.* (1977) observaram no morango aumento nos resíduos de açúcares na razão solúvel da parede celular com o amadurecimento, sugerindo que os polissacarídeos hemicelulósicos podem estar sendo degradados ou liberados das ligações interpoliméricas. No morango a perda desses açúcares atinge 30% (SCALON, 1996).

Ainda, no amadurecimento do morango, observam-se mudanças no plastídeo, aumento de hidratação e desorganização da parede celular, solubilização da lamela média e matriz da parede. A rapidez e extensão com que os frutos amaciam e perdem sua firmeza durante o amadurecimento, constitui o fator determinante de sua qualidade e vida útil pós-colheita (MANNING, 1993).

4.5.2.2 Outros efeitos do cálcio no tecido vegetal

Estudos sobre o amadurecimento dos frutos têm indicado que a taxa de senescência depende do nível de cálcio nos tecidos. Com o incremento desse nível, várias características da senescência tais como aumento da respiração seguida pela perda de substratos respiratórios endógenos dos vacúolos para enzimas respiratórias no citoplasma,

descompartimentalização celular, conteúdo de proteína e clorofila e fluidez da membrana são alterados (GLEN *et al.*, 1988).

A superfície externa das membranas celulares apresenta quantidades consideráveis de cálcio; este cálcio, ligado à fase fosfolipídica ou proteínas, confere maior estabilidade às mesmas (BOTELHO, 1996). De acordo com Pooiaiah (1986) a deficiência de cálcio promove alteração na arquitetura das membranas, com mudanças em sua fluidez e permeabilidade. Outros resultados indicam que o tratamento pós-colheita com cálcio leva a redução na microviscosidade das membranas dos tecidos dos frutos (PALIYATH *et al.*, 1984).

Segundo Poovaiah (1985), concentrações milimolares (1-5 mM) de cálcio extracelular são necessárias para uma conveniente função de membrana e proteção da célula contra reações adversas de pH, íons tóxicos e desequilíbrio nutricional. Sem essa proteção, a membrana falha na discriminação entre íons, a bomba de prótons perde a função e a senescência é acelerada.

Em relação à respiração dos frutos, Faust e Shear (1972), determinaram relação negativa entre conteúdo de cálcio nos tecidos de alguns frutos e sua respiração, determinando que a presença desse elemento nas membranas reduz sua permeabilidade, diminuindo, desta forma, a taxa respiratória.

Ainda, Conway e Sams (1987) acrescentam que, se o nível inicial de cálcio na fruta estiver baixo, ocorrerá aumento na permeabilidade da membrana, e a adição de cálcio nesse caso, resultará na diminuição da taxa respiratória. Porém, se os níveis iniciais de cálcio estiverem suficientemente altos para prevenir a perda da integridade da membrana, a aplicação adicional de cálcio não terá efeito na respiração.

Outra razão para o decréscimo da respiração devido ao cálcio é o da estimulação da síntese de proteínas, uma vez que a habilidade do fruto em sintetizar proteínas e ácidos nucleicos é reduzida de 30 a 70% quando o cálcio está em deficiência (BATTEY, 1990).

Outra função importante do cálcio nos tecidos vegetais, segundo Shear (1975), é o da diminuição da conversão do ácido 1-amino ciclo propano carboxílico (ACC) para etileno. Segundo Conway e Sams (1987) o cálcio reduz a produção de etileno e atividades das enzimas poligalacturonase e celulase.

Segundo D'auzac (1994), a concentração de cálcio no citosol das células vegetais pode aumentar, devido a estímulos externos, tais como hormônios, luz, temperatura e ataque de patógenos. Este aumento em sua concentração pode desencadear inúmeros processos enzimáticos, promovendo a fosforilação de importantes enzimas regulatórias.

Tem sido estabelecida estreita relação entre os níveis de cálcio no fruto e numerosos distúrbios fisiológicos e patológicos. Dentre estes distúrbios podem ser citadas o *bitter pit* em maçã, encordimento em maçã e pêra, rachadura em cereja, maçã, cenoura, ameixa e tomate, *internal breakdown* em maçã, *tipburn* em escarola, chicória e morango, entre outras (SCALON, 1996).

A coloração marrom do tecido, que ocorre na maioria dos distúrbios fisiológicas correlacionadas com deficiência de cálcio, pode ser originária do aumento de fluxo de precursores de fenólicos do vacúolo para o citoplasma onde sofrem oxidação por polifenoloxidasas. Os polifenóis por sua vez, podem danificar enzimas e mitocôndrias (FAUST e SHEAR, 1972).

4.5.2.3 Aplicação de cálcio em pós-colheita e seus efeitos na qualidade dos frutos

Os tratamentos pós-colheita que visam aumentar o teor de cálcio em frutos e hortaliças podem ser realizados por meio de pulverizações, imersões e infiltrações sob pressão. A penetração desse elemento se dá principalmente através de lenticelas, entretanto, fendas na cutícula e epiderme podem favorecer a sua absorção pela polpa do fruto.

Segundo Zambrano e Manzano (1995) citado por Silva (1999) o método de imersão propicia maior qualidade, uma vez que a técnica de infiltração pode danificar frutas sensíveis, como o morango. Porém, Awad (1993) sugere que a imersão restringe a quantidade de cálcio absorvida pelo fruto, já que, neste caso, a penetração do cálcio se dá com dificuldade através das lenticelas.

Neste sentido, Poovaiah (1986) sugere que, o aumento da quantidade de cálcio absorvido, é devido a maior concentração do elemento, temperatura de solução e tempo de imersão.

Há inúmeros produtos à base de cálcio que podem ser utilizados no tratamento pós-colheita de frutas e hortaliças, porém, de acordo com Bramlage *et al.* (1985), o cloreto de cálcio é o produto mais viável do ponto de vista econômico. Sendo assim, a importância do cloreto de cálcio na manutenção da qualidade pós-colheita de frutos tem sido bastante estudada, com obtenção de diferentes resultados.

Dentre os principais efeitos desejáveis do cálcio, quando em quantidades adequadas, na vida de prateleira dos frutos, citam-se: o controle de distúrbios fisiológicos, redução da taxa respiratória, atraso do amadurecimento e extensão da vida pós-colheita, aumento da firmeza e do teor de vitamina C, e redução das podridões durante a estocagem (YUEN, 1994). Conway e Sams (1987) complementam estes efeitos, relatando o aumento nos teores de açúcar, redução na acidez titulável, além do atraso na evolução da cor da casca. Para Giannoni (2000), as vantagens da aplicação do cálcio, vão além das já citadas, pois o cálcio propicia melhor aparência, menor perda de massa fresca, maior teor de sólidos solúveis e pH, menor solubilização de pectinas, com manutenção dos níveis de pectina total por maior tempo de estocagem.

Para aumentar a vida pós-colheita de maçãs ‘Jonathan’, Bangerth *et al.* (1972) mergulharam os frutos em soluções contendo 4% e 6% de CaCl_2 , concluindo ao final de 19 semanas que as frutas tratadas com cálcio tiveram a incidência de *internal breakdown* reduzida em 60%.

Scott e Wills (1977), na tentativa de aumentar a quantidade de cálcio em maçãs ‘Gravestein’, ‘Cox’s Orange Pippin’ e ‘Twenty Ounce’, testaram a aplicação de cloreto de cálcio por imersão e por infiltração sob vácuo entre 650 e 110 mmHg. Durante armazenamento à temperatura ambiente, ocorreu redução de incidência de *bitter pit* e aumento na resistência da polpa das frutas tratadas.

Em experimento realizado com maçãs ‘York Imperial’, constatou-se que a respiração total das frutas foi inversamente relacionada com a concentração de cálcio na polpa. Em concentrações acima de $110\mu\text{g.g}^{-1}$, a respiração dos frutos foi relativamente estável, mas em concentrações abaixo de $110\mu\text{g.g}^{-1}$, a respiração aumentou consideravelmente (FAUST e SHEAR, 1972).

Mota *et al.* (2002) em experimento com jabuticabas ‘Sarabá’, constatou que a taxa respiratória diminuiu com o tempo de imersão das frutas (0, 5, 10, 20, 40 e 60 minutos) em solução de CaCl_2 40 g.L⁻¹, porém apesar dos efeitos significativos obtidos, não houve grande contribuição do cálcio na ampliação do período de conservação.

A qualidade de pêssegos armazenados a 3°C durante 7 semanas após aplicações pré e pós-colheita de CaCl_2 foi determinada por Ochei *et al.* (1993), que observaram aumento no conteúdo de cálcio nos frutos, aumentando em até 20% a sua firmeza, retardando o aumento de sólidos solúveis e a redução da acidez.

O resultado de pulverizações foliares ou imersão pós-colheita de cerejas em solução de cálcio propiciou frutos com maior turgescência celular, maior conteúdo de proteínas de membrana plasmática e maior firmeza com conseqüente redução da susceptibilidade a injúrias (ANDERSON e CAMPBELL, 1995).

Aplicações pós-colheita de cálcio também foram estudadas em abacates ‘Fuerte’ e ‘Hass’. Tingwa e Young (1974) observaram que os frutos tratados com sulfato de cálcio ou cloreto de cálcio a 0,1 M, sob vácuo, apresentaram alto teor de cálcio, ocorrendo também relação positiva e altamente significativa entre o tempo para o amadurecimento e o teor de cálcio na polpa.

Em goiabas brancas ‘Kumagai’, Botelho (1996), constatou redução do efeito prejudicial do frio (*chilling injury*), atraso na senescência dos frutos e redução da perda de peso, concluindo que o tratamento sob imersão em cloreto de cálcio a 0,5% por 2 horas foi altamente eficiente. Do mesmo modo, Mootoo (1991), relata que mangas ‘Julie’, imersas por 2 horas em solução de cloreto de cálcio a 8% pelo método de temperatura diferenciada, conseguiram estender o período de conservação em 9 dias, com menor perda de peso, maior retenção de firmeza e da coloração da casca.

Bitencourd *et al.* (1995) armazenando morangos tratados com 0,5 e 1% de CaCl_2 , durante 21 dias sob refrigeração e atmosfera modificada, observaram que os frutos mantiveram a aparência externa e não apresentaram contaminação fúngica durante o armazenamento. Entretanto, o cálcio não exerceu nenhuma influência sobre o valor de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, pectinas total e solúvel e solubilização de pectinas.

Morangos imersos em soluções de 1, 2 e 4% de CaCl_2 a 25 e 45°C armazenados por 1 dia a 1°C e 3 dias a 18°C, apresentaram maior degradação, maior perda de

peso, menor firmeza e menores conteúdos de sólidos solúveis e de cálcio no fruto quando tratados com 1% de cálcio à 45°C (GARCIA *et al.*, 1996).

4.5.3 Atmosfera Modificada

Os frutos e hortaliças, como órgãos vivos, continuam a respirar após a colheita. Sendo assim, métodos que proporcionem baixas concentrações de oxigênio e altas concentrações de dióxido de carbono são hoje uma realidade no armazenamento de frutos e hortaliças, para a manutenção da qualidade e por estender a vida pós-colheita dos mesmos. Entre estes métodos se destaca a atmosfera controlada e modificada.

Uma vez que a composição final da atmosfera não é controlada, mas é dependente da interação entre o produto, barreira e ambiente, o termo ‘atmosfera modificada’ foi adotado para distinguir esta técnica da convencional ‘atmosfera controlada’ (SMITH *et al.*, 1987; KADER, 1992). Segundo Coelho (1994) citado por Melo Neto (1996), a atmosfera modificada, juntamente com o uso da refrigeração, pode atrasar o amadurecimento dos frutos, estendendo, assim, sua vida pós-colheita.

A atmosfera modificada pode ser criada de forma passiva ou ativa no interior da embalagem. A forma passiva ocorre através do consumo de O₂ e produção de CO₂ pela respiração do produto. Na modificação ativa procede-se à injeção de mistura gasosa em proporção desejada no interior da embalagem ou realiza-se o vácuo, visando estabelecer rapidamente a atmosfera desejada (KADER, 1992). Contudo, a atmosfera final, dentro da embalagem, é semelhante nos dois processos.

Segundo Cia (2002), a habilidade para regular a atmosfera estabelecida na embalagem dependerá da respiração do fruto e da permeabilidade da embalagem. Estes fatores, por sua vez, são dependentes da temperatura, já que a elevação da mesma promove aumento da taxa respiratória dos produtos e da permeabilidade do filme utilizado. Portanto, o uso de embalagens não irá reduzir nem tão pouco eliminar a necessidade de refrigeração (SARANTÓPOULOS *et al.*, 1996).

Os frutos têm diferentes limites de tolerância aos níveis reduzidos de oxigênio e elevados de dióxido de carbono. A redução dos níveis de oxigênio a valores abaixo de 2% pode conduzir à respiração anaeróbia, enquanto o acúmulo excessivo de dióxido de

carbono também é deletério (MOLEYAR e NARASIMHAM, 1994). Segundo Bleinroth (1973) as condições atmosféricas ideais para o morango, com temperatura entre 0-5°C, variam de 15-20% de dióxido de carbono e 10% de oxigênio.

Segundo Kluge *et al.* (2001), níveis demasiadamente baixos de O₂ levam os frutos a respirarem anaerobicamente, resultando em formação de acetaldeído e etanol, modificando o sabor e escurecendo os tecidos dos frutos. Já os distúrbios causados pelo excesso de CO₂ se caracterizam pelo amarronzamento dos tecidos e formação de etanol.

Desta forma, a seleção do filme, com permeabilidade compatível à taxa de respiração do produto, é um requisito importante para o armazenamento em atmosfera modificada. O material da embalagem deve apresentar taxa de permeabilidade ao oxigênio que compense o consumo deste gás e que permita a saída deste. Assim, os teores de O₂ e CO₂ não devem ultrapassar os limites de tolerância do fruto a estes gases.

Contudo, a precisão da concentração dos gases em filmes plásticos, durante o armazenamento, é de difícil controle, podendo ser regulada apenas parcialmente (SHEWFELT, 1986 citado por PENTEADO, 1998), através do estágio de amadurecimento do fruto, peso, taxa de respiração, temperatura de armazenamento e seleção de filmes com diferentes taxas de permeabilidade gasosa (MILLER *et al.*, 1983 citado por PENTEADO, 1998).

Os filmes plásticos mais utilizados para embalagens de frutos, segundo Kader *et al.* (1989), são os poliolefinicos, como o polietileno, polipropileno e polibutileno, assim como os seus copolímeros. Cantwell (1992) define que o uso de filmes de polietileno de baixa densidade e de cloreto de polivinila são muito usados como envoltório de frutas, sendo que o polietileno (PE) é utilizado como saco para acondicionamento de frutos minimamente processados, que atendem bem a este requisito.

O morango, apesar de ser fruto não climatérico, apresenta alta taxa de respiração após sua colheita. Segundo Kader *et al.* (1989) os materiais mais adequados usados como embalagens para produtos que ‘respiram’ são filmes poliolefinicos (simples, laminados ou co-extrudados), devido às boas propriedades de barreira ao vapor d’água, relativamente alta taxa de permeabilidade a O₂ e CO₂ e boas características de termosselagem. Formulações de PVC também são utilizadas, os quais apresentam moderada taxa de permeabilidade ao vapor d’água e podem apresentar altas taxas de permeabilidade ao O₂ e CO₂.

Os filmes microperfurados a *laser* são altamente permeáveis a gases e tem capacidade de minimizar a perda de peso, porém não permite a associação com injeção de mistura gasosa (SARANTÓPOULOS *et al.*, 1996).

Os efeitos positivos do uso de filmes para o acondicionamento dos frutos são muitos e incluem: aumento da vida de prateleira de 50 a 400% com redução de perdas econômicas (MELO NETO, 1996); melhor apresentação do produto; eliminação ou redução do uso de fungicidas; redução da superfície de abrasão, evitando o contato do fruto com o contentor; redução da contaminação do fruto durante o manuseio; manutenção de alta umidade relativa, reduzindo a perda de peso (CIA, 2002).

Zagory e Kader (1988) e Lee *et al.* (1991) citados por Penteado (1998) afirmam que as embalagens com atmosfera modificada para as frutas reduzem as taxas de respiração e a produção de etileno, retarda o amolecimento e outras alterações que ocorrem no produto. O uso de atmosfera modificada também diminui a incidência de deteriorações e podridões (FLORES-CANTILLANO, 1998).

Dentre as desvantagens do uso de atmosfera modificada, destaca-se o custo adicional com embalagens, equipamentos e gases; necessidade de controle de temperatura durante o armazenamento, necessidade de equipamentos especiais e mão de obra treinada (PENTEADO, 1998).

4.5.3.1 Efeito da atmosfera modificada na qualidade dos frutos em pós-colheita

Vários trabalhos de pesquisa têm comprovado a eficiência do uso de atmosfera modificada em diversos frutos, provando o efetivo aumento do período de armazenamento dos mesmos, através de análises de seus atributos de qualidade (aparência, textura, sabor, odor).

Bem-Arie e Zutkhi (1992) observaram que o uso de filmes de polietileno (60 e 80 μm) retardou o amadurecimento e inibiu o desenvolvimento de distúrbios de casca e de polpa de caqui 'Fuyu', mantendo excelente qualidade por 18 semanas.

Yuen *et al.*, (1993), citado por Melo Neto (1996), verificaram que empacotando os frutos de manga cultivar 'Kensington Pride' em sacos de polietileno, após tratamento com cloreto de cálcio, houve redução significativa de danos na casca do fruto.

De acordo com Bem-Yehoshua (1985), citado por Melo Neto (1996), o armazenamento de mangas utilizando-se atmosfera modificada com sacos de polietileno selados, foi suficiente para retardar o amadurecimento por uma semana, durante transporte local, e também para estender a vida útil da manga por mais 3 dias.

Para Souza *et al.* (2002), o efeito da atmosfera modificada associada com refrigeração, em mangas 'Tommy Atkins', manteve mais regular as perdas de firmeza da polpa, possibilitando vida útil pós-colheita de 42 dias em relação à testemunha.

Bicalho *et al.* (2000), estudando o efeito de embalagens de PVC em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio, observaram o efeito associado do cálcio e das embalagens na redução a taxa metabólica dos frutos, com diminuição das atividades das enzimas de degradação da pectina, propiciando a manutenção dos níveis de firmeza nos frutos.

Vidigal *et al.* (1981), citado por Penteado (1998), utilizando filmes de polietileno de 50 μm de espessura, para o figo 'Roxo de Valinhos' observou redução de perda de peso, mesmo após armazenamento por cerca de 30 dias. No fim deste período, verificou-se que cerca de 82% dos frutos apresentavam bom aspecto, firmes, bom sabor e aroma, maturação normais e isentos de fungos.

De acordo com Sommer *et al.* (1973), El Kazzaz *et al.* (1983), Li e Kader (1989) e Smith e Skog (1992) a atmosfera controlada tem conseguido prolongar a vida pós-colheita de morangos por períodos variáveis entre 42 horas a 21 dias, mantendo a qualidade de frutos através do controle das degradações pós-colheita reduzindo a taxa respiratória e produção de etileno, retardando o amaciamento, sem provocar alterações na cor da casca, suco, acidez, pH, sólidos solúveis e conteúdos de ácido ascórbico.

Anon (1990) observou que o resfriamento de morangos imediatamente após a colheita, a 1°C e o armazenamento a -0,5 ou 0°C, 90-95% UR e 10-20% de CO₂ prolongou a vida de armazenamento desses frutos para 10 dias.

Para Scalon *et al.* (1996), a conservação de morangos a 4°C em embalagens de PVC prolongou a vida útil dos frutos para 14 dias, mantendo sua qualidade, uma vez que os teores de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, açúcar total e redutor encontravam-se na faixa ideal para consumo.

Segundo Flores-Cantillano (1998), a análise conjunta de muitas variáveis permite observar que, a qualidade sensorial e a acidez, são os parâmetros mais importantes na qualidade global dos morangos e que, principalmente os filmes poliméricos e as atmosferas com alto teor de CO₂ contribuem para preservar a qualidade.

Brackmann *et al.* (2001), estudando os efeitos de armazenamento de morangos cv. 'Oso Grande' sob elevadas pressões parciais de CO₂, observou que o uso de 20% CO₂ e baixa temperatura (0°C) durante o armazenamento, transporte e comercialização propiciaram boa manutenção de qualidade por até 20 dias, não sendo verificadas alterações no sabor e aroma das frutas.

Para Calegaro *et al.* (2002) os benefícios decorrentes da utilização de atmosferas iniciais com 3% O₂ + 10% CO₂ ou 5% O₂ + 15% CO₂, em morangos cv. 'Oso Grande' armazenados a 0°C, foram a manutenção da firmeza da polpa, da coloração dos frutos, dos teores de açúcares totais e de ácido ascórbico.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Instalação e execução do experimento

Foram utilizados para a pesquisa, morangos, cultivar “Oso Grande”, no estágio de maturação $\frac{3}{4}$ vermelho, produzidos na cidade de Botucatu, latitude de 22°58’14’S e longitude de 48°26’32’W (Figura 1 e 2).

Os frutos foram colhidos manualmente cortando-se o pedúnculo, a aproximadamente 1 cm acima do cálice. Depois de colhidos os frutos foram levados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial onde foram selecionados, visando a homogeneização do lote.

Em seguida, os frutos foram submetidos a desinfecção, com solução de 200 mg.L⁻¹ de hipoclorito de sódio, por 2 minutos, à temperatura ambiente e secados ao ar. A desinfecção tem o objetivo de eliminar possíveis esporos de microrganismos, e que, no decorrer do armazenamento venham mascarar os resultados obtidos com os diferentes tratamentos.



Figura 1 – Produção de morangos, localizada no município de Botucatu/SP.



Figura 2 – Ponto de colheita dos morangos ($\frac{3}{4}$ vermelho).

5.2. Experimentos

5.2.1 Experimento 1: Aplicação de Cloreto de Cálcio

Os morangos foram submetidos à aplicação de cloreto de cálcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, com 76% de CaCl_2) por imersão em 2 horas, à temperatura ambiente (Figura 3). Posteriormente foram retirados da solução e secos ao ar. Os tratamentos consistiram de diferentes concentrações de cloreto de cálcio, sendo a testemunha representada por frutos imersos em água por 2 horas, à temperatura ambiente.

Foram testadas as seguintes concentrações:

- T1** – testemunha;
- T2** – CaCl_2 a 1% (1,32% de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$);
- T3** – CaCl_2 a 2% (2,63% de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$);
- T4** – CaCl_2 a 3% (3,95% de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$);
- T5** – CaCl_2 a 4% (5,26% de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$);

Após os tratamentos, os frutos foram acondicionados em cumbucas plásticas (5 frutas/cumBUca) e armazenados sob condições de refrigeração ($0^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e 85-90% U.R.) em B.O.D., por 12 dias. O experimento foi dividido em 2 grupos: o grupo controle (não destrutivo) e o grupo parcela (destrutivo).

Para o grupo controle foram utilizadas 10 cumbucas por tratamento, analisadas quanto à perda de massa fresca, aparência, tempo de vida útil e incidência de doenças, a cada 2 dias.

Para o grupo parcela foi utilizada 1 cumbuca por parcela, com total de 3 cumbucas por tratamento por dia de avaliação. Essas foram analisadas a cada 2 dias de conservação pós-colheita para as seguintes variáveis: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, firmeza, teor de cálcio e análise sensorial.



Figura 3 – Morangos imersos em cloreto de cálcio.

5.2.2 Experimento 2: Uso de atmosfera modificada ativa

Os morangos foram acondicionados em embalagem de Polietileno transparente, denominada ‘Nylon Poli’, embalagem esta com características de alta barreira ao oxigênio ($10 \text{ cm}^3.\text{dia}^{-1}$) e ao vapor d’água ($5 \text{ m}^2.\text{dia}^{-1}$). No fechamento as embalagens foram submetidas a diferentes concentrações de CO_2 e O_2 e a testemunha foi representada por frutos embalados em atmosfera passiva (sem aplicação de CO_2 e O_2). O equipamento utilizado para injeção dos gases e fechamento das embalagens é denominado “Seladora a Vácuo – TEC MAC AP 500” (Figura 4).

As diferentes concentrações CO_2 e O_2 constituíram os seguintes tratamentos:

T1 – Testemunha (atmosfera modificada passiva);

T2 – Vácuo parcial;

T3 - 5% de O_2 e 1% de CO_2 ;

T4 - 5% de O_2 e 3% de CO_2 ;

T5 - 5% de O_2 e 5% de CO_2 ;

Os frutos embalados foram armazenados em B.O.D a $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}/90 \pm 5\%$ UR, pelo período de 12 dias, sendo avaliados a cada 2 dias.

O experimento foi dividido em 2 grupos: o grupo controle (não destrutivo) e o grupo parcela (destrutivo).

Para o grupo controle foram utilizadas 10 embalagens por tratamento (5 frutas/embalagem), analisadas quanto à perda de massa fresca, aparência, tempo de vida útil e incidência de doenças. Para o grupo parcela foi utilizada 1 embalagem por parcela, com total de 3 embalagens por tratamento por dia de avaliação, e analisados quanto ao: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, firmeza, teor de vitamina C, açúcar redutor e total e análise sensorial.

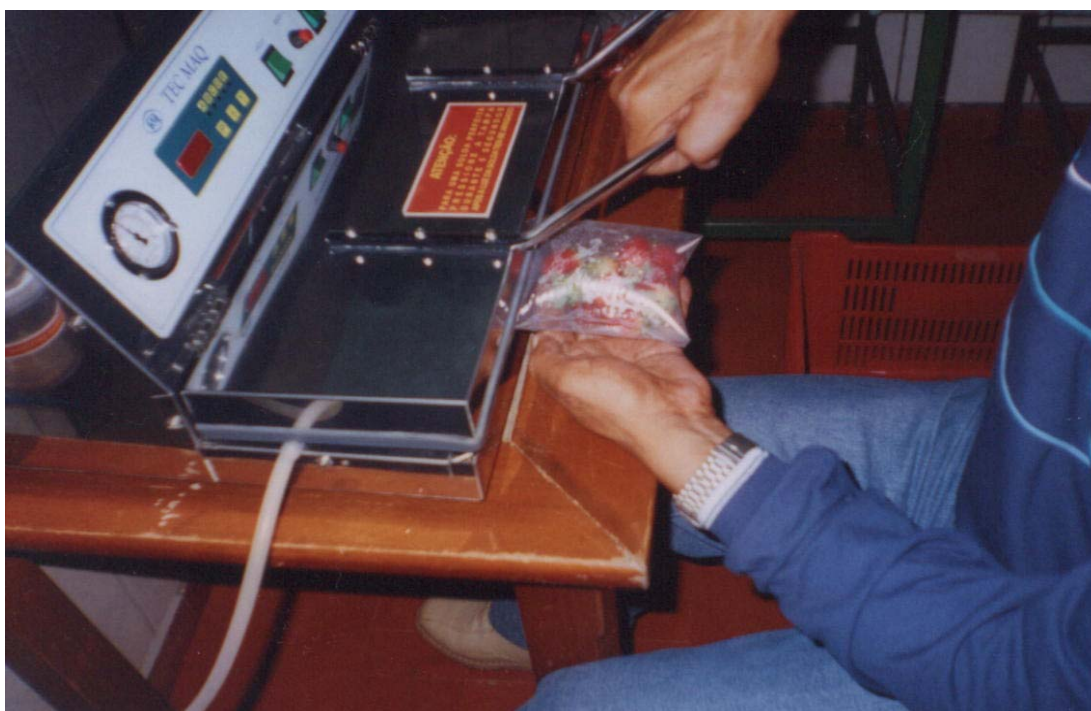


Figura 4 – Processo de embalagem das frutas em atmosfera modificada.

5.3 Metodologias das análises empregadas nos experimentos:

5.3.1 Grupo Controle (não destrutiva)

a. *Perda de massa fresca*: em percentagem, por pesagem direta, considerando a massa inicial em cada repetição;

b. *Aparência*: realizada de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Ao produto em condições boas de comercialização quanto ao aspecto, atribuiu-se nota 3 e ao produto em condições inadequadas de comercialização, atribuiu-se nota 1, como observado a seguir:

Produto bom.....	3
Produto razoável.....	2
Produto ruim ou impróprio.....	1

c. *Tempo de vida útil*: estabelecida em função do número de dias em que os frutos de morango permaneceram em condições aceitáveis para comercialização (Aparência 2);

d. *Incidência de doenças*: em percentagem, considerando o ponto inicial com 100% das embalagens com frutos sadios;

5.3.2 Grupo Parcela (destrutivo)

a. *Teor de sólidos solúveis*: determinado por refratometria em refratômetro digital (Figura 5), com os resultados expressos em °Brix, conforme metodologia de Tressler e Joslyn (1961);

b. *Acidez titulável*: em porcentagem de ácido cítrico (g de ácido cítrico.100g de tecido fresco⁻¹), obtido através de titulação com NaOH (0,1N), utilizando-se 5g do material fresco, triturado e diluído em 50ml de água destilada, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (1985);

c. *pH*: obtido em potenciômetro, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (1985);

d. *Teor de vitamina C*: através de titulação com iodeto de potássio, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (1985);

e. *Teor de Cálcio*: Através da digestão nítrico-perclórica do tecido fresco e determinação por espectrofotometria de absorção atômica, com os resultados expressos em g.Kg de polpa fresca⁻¹, de acordo com Malavolta *et al.* (1997).

f. *Açúcar redutor e total*: determinado a partir de 2g de amostra homogeneizada e dosados pelo método descrito por Somogy e adaptado por Nelson (1944);

g. *Firmeza*: em grama-força (gf), medida nos frutos inteiros, utilizando-se Texturômetro Stevens – LFRA Texture Analyser, com ponta de prova – TA 9/1000, velocidade de penetração de 2,0 mm.seg⁻¹ e profundidade de 15mm (Figura 6);

h. *Análise sensorial*: os frutos foram cortados e identificados com números aleatórios, compostos de 4 dígitos, sendo oferecidos para degustação a 10 provadores devidamente treinados para este tipo de avaliação e que pertencem ao Laboratório onde o experimento foi executado. Foi utilizada escala de notas (de 1 a 10), onde as amostras foram avaliadas subjetivamente quanto ao sabor, textura e aroma. O modelo da ficha experimental adotada pode ser encontrada no apêndice (Anexo 1).

5.4 Forma de análise dos resultados

Nos dois experimentos o delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 3 repetições para o grupo parcela e 10 repetições para o grupo controle.

Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (GOMES, 1987).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Avaliação da conservação pós-colheita dos morangos tratados com cloreto de cálcio.

6.1 Perda de massa fresca

A variação média de perda de massa fresca dos frutos nos diferentes tratamentos (Tabela 1), indica que a imersão dos frutos em cálcio contribuiu para o aumento da perda de massa fresca até o 12º dia de armazenamento, com exceção do 2º e 4º dias, quando as perdas de massa das frutas do tratamento testemunha foram semelhantes aos tratamentos com a 1%, 3% e 4% de CaCl_2 . Ao 12º dia de avaliação nota-se que os tratamentos com 2%, 3% e 4% de CaCl_2 apresentaram as maiores percentagens de perda de massa fresca, enquanto que o tratamento testemunha apresentou os menores valores. O tratamento com CaCl_2 a 1% mostrou comportamento intermediário.

De acordo com Poovaiah (1986) o cálcio tem importante papel na estabilidade das membranas, sendo que, sob deficiência desse nutriente, há alteração em sua arquitetura, mudanças na fluidez e permeabilidade à passagem de água. Entretanto, o presente trabalho sugere que as concentrações de CaCl_2 usada nos tratamentos foi excessivo, não contribuindo para a redução da perda de massa fresca nos frutos.

Tabela 1: Variação média percentual de perda de massa fresca dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento						CV (%)
	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	0,12 bC	0,17 bC	0,27 cBC	0,51 cAB	0,75 bAB	0,86 bA	0,24
1% CaCl₂	0,32 bD	0,82 aCD	0,95 aBC	1,16 abAB	1,20 aAB	1,45 abA	0,40
2% CaCl₂	0,65 aC	0,78 aC	0,95 aBC	1,29 aAB	1,38 aA	1,59 aA	0,33
3% CaCl₂	0,11 bD	0,25 bCD	0,65 abcBCD	0,83 bcABC	1,27 aAB	1,59 aA	0,59
4% CaCl₂	0,12 bC	0,28 bC	0,49 bcC	0,91 abcB	1,20 aAB	1,58 aA	0,30
CV%	0,24	0,26	0,35	0,36	0,52	0,56	

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

Esse dado concorda com os citados por Botelho *et al.* (2002), onde este cita que goiabas brancas tratadas com 3,5% e 2,4% de CaCl₂ provocaram maior perda de massa fresca, enquanto que, frutas tratadas com 0,5% e 1,5% de CaCl₂ apresentaram uma tendência de menor perda de massa fresca. Ainda, Neves *et al.* (2000), em experimento com caquis tratados com CaCl₂ e armazenados sob refrigeração, determinou que os tratamentos a 2%, 3% e 4% de CaCl₂ ocasionaram maior perda de massa do que o tratamento com 1% de CaCl₂.

No entanto, pode-se notar que a perda de massa fresca foi crescente para todos os tratamentos com o decorrer do armazenamento e, de acordo com diversos autores, este fato deve-se à desidratação que ocorre nos frutos durante o período pós-colheita, motivado pelos processos de transpiração e respiração (GAMA *et al.*, 1991; SIGRIST, 1992; RONQUE, 1998).

6.2 Aparência

A Tabela 2 mostra a variação média da aparência das frutas nos diferentes tratamentos. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos a partir do 4º dia de avaliação, quando os frutos do tratamento testemunha se apresentaram com as maiores notas para aparência até o 12º dia de avaliação. Portanto, no presente trabalho, o aumento da concentração de cálcio na solução não apresentou melhorias na aparência visual dos frutos, pelo contrário, houve sintomas externos de escaldadura nos frutos, caracterizados por depressões marrons escurecidas na epiderme. Relatos semelhantes foram realizados por Lau *et*

al. (1983), em maçãs e Botelho (1996), em goiabas. Saftner e Conway (1998) citam que altas concentrações de cálcio podem ocasionar dano em frutos devido ao estresse salino, devido à plasmólise e conseqüente dano irreversível na membrana.

Tabela 2: Variação média da aparência* dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	2,9 aA	2,9 aA	2,9 aA	2,6 aA	20,54
1% CaCl₂	3,0 aA	2,9 aA	2,7 abAB	2,5 abAB	2,4 bAB	1,9 bBC	1,9 bC	20,72
2% CaCl₂	3,0 aA	2,8 aA	2,4 bAB	2,2 bAB	2,0 cAB	1,7 bB	1,7 bB	20,57
3% CaCl₂	3,0 aA	2,8 aA	2,7 abAB	2,3 bAB	2,0 cBC	1,6 bC	1,1 cD	19,76
4% CaCl₂	3,0 aA	2,8 aA	2,7 abA	2,2 bAB	2,0 cBC	1,3 bCD	1,0 cD	21,16
CV%	0,00	12,5	16,3	18,7	12,0	25,57	25,9	

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

*Nota 3 (bom), 2 (razoável) e 1 (ruim ou impróprio).

Scalon (1996) descreve que a infiltração normalmente é o tratamento mais eficiente para a absorção do cálcio nos frutos, entretanto, pode causar injúrias devido à delicada textura de frutos como o morango.

Ainda, Conway *et al.* (1995) sugerem que as paredes celulares se saturam de íon cálcio, ou seja, há limite de sítios de ligação. Desta forma, maiores concentrações de cloreto de cálcio na solução resultam em aumento no conteúdo total de cálcio livre, porém há um menor aumento de cálcio ligado à parede celular, podendo resultar em injúrias aos frutos, além de fitotoxidez. D'auzac (1994) descreve que altas concentrações de cálcio livre no citosol das células vegetais podem desencadear inúmeros processos enzimáticos, promovendo a fosforilação de importantes enzimas regulatórias.

Contudo, os dados apresentados para aparência neste experimento discordam com os citados por Garcia *et al.* (1996), quando frutos de morango imersos em soluções de 1, 2 e 4% de CaCl₂ a 25 e 45°C e armazenados por 1 dia a 1°C e 3 dias a 18°C apresentaram menor degradação e não foram afetados em sua qualidade sensorial. Bitencourd *et al.* (1995) armazenando morangos tratados com 0,5 e 1% de CaCl₂ durante 21 dias sob refrigeração e atmosfera modificada, observaram que os frutos mantiveram a aparência externa e não apresentaram contaminação fúngica durante o armazenamento.

Não foi encontrado na literatura valor para o teor de cálcio que fosse tóxico ao morango, porém este trabalho sugere que, nas condições em que foi realizado o experimento, a imersão em cloreto de cálcio deve ser inferior a 1%, quando o teor de cálcio encontrado foi inferior a 35,7 mg.Kg⁻¹.

6.3 Vida útil para comercialização

Na Tabela 3, pode-se verificar a variação média da vida útil dos morangos para comercialização. Nota-se que os morangos submetidos aos tratamentos em imersão com CaCl₂ apresentaram menor período pós-colheita, sendo que as concentrações a 3 e 4% de CaCl₂ se conservaram em média 10,8 dias, a 1 e 2% durante 12,9 dias, enquanto as frutas do tratamento testemunha durante 17,8 dias. Como foi citado anteriormente, a degradação da aparência das frutas, além da incidência de doenças foi a principal causa para o menor período de conservação das frutas submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio neste experimento.

Tabela 3: Variação média da vida útil para comercialização dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Vida útil para comercialização
Testemunha	17,8 a
1% CaCl ₂	13,1 b
2% CaCl ₂	12,8 b
3% CaCl ₂	10,7 c
4% CaCl ₂	10,9 c
CV%	19,8

Médias seguidas pela mesma não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Silva (1999) relatou que a concentração de 4% de CaCl₂ mostrou ser desfavorável à conservação dos frutos já que, estes se conservaram menos que os frutos do tratamento testemunha. Mota *et al.* (2002) em tratamentos com jabuticabas imersas em solução com 40 g.L⁻¹ de CaCl₂ durante 0, 5, 10, 20, 40 e 60 minutos concluiu que a contribuição do cálcio para o aumento do período de comercialização foi desprezível.

De acordo com Botelho (1996) os tratamentos com 1,5 e 2% de CaCl_2 contribuíram para reduzir a conservação dos frutos, ocasionando amolecimento avançado da polpa e ocorrência de podridões. Isto demonstra um limite muito estreito entre efeito benéfico e prejudicial de tratamentos com cálcio em frutas.

Entretanto, os resultados para todos os tratamentos foram discordantes dos proferidos por Ronque (1998), onde salienta que os morangos destinados ao consumo *in natura* podem ser conservados por no máximo 5 dias em condições de refrigeração (0 a 10°C). Bleinroth (1986) estabeleceu temperatura de 0 a 4°C para a conservação dos morangos e, em seus apontamentos instituiu o período de 6 dias pós-colheita, como limite máximo de estocagem comercial.

6.4 Incidência de doenças

O morango é uma fruta gravemente afetada pelas doenças pós-colheita, principalmente as fúngicas, mofo cinzento (*Botrytis cinerea*), podridão de *Rhizopus*, *Penicillium* e *Phomopsis* (BLEINROTH, 1986; DIAS, 1999). O cálcio é citado por Poovaiah (1988) Yuen (1994) e Conway *et al.* (1995) como elemento benéfico no controle de doenças devido ao fato de ser constituinte normal da parede celular e lamela média, e colaborar com a manutenção da firmeza e com o aumento da resistência à invasão por certos microrganismos.

Entretanto, a incidência média de doenças neste trabalho nos diferentes tratamentos representada na Tabela 4, demonstra que, os frutos deste estudo mantiveram-se íntegros até o 6º dia de armazenamento, com exceção dos frutos do tratamento testemunha que apresentaram podridões somente a partir do 8º dia de avaliação. Ao 12º dia de armazenamento os frutos do tratamento testemunha apresentaram incidência de doenças, porém, estas foram em porcentagens inferiores às detectadas nos frutos dos tratamentos com imersão em cálcio.

De acordo com Silva (1999) a concentração de 4% de CaCl_2 foi excessiva para os frutos de maracujá-doce, que mostraram ao final do período de armazenamento, aspecto enrugado e com grande incidência de *Colletotrichum gloeosporioides*. Botelho (1996) também detectou em goiabas tratadas com 1,5 e 2% de CaCl_2

maior concentração de *Macrophoma* sp. e *Colletrotrichum gloeosporioides* do que os frutos tratados com 0,5 e 1 % de CaCl_2 .

Tabela 4: Variação média percentual da incidência de doenças dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento						
	0	2	4	6	8	10	12
Testemunha	0	0	0	0	0	10	10
1% CaCl_2	0	0	0	0	10	40	40
2% CaCl_2	0	0	0	0	20	50	50
3% CaCl_2	0	0	0	0	30	50	50
4% CaCl_2	0	0	0	0	30	40	50

Esses dados podem ser explicados por Timazi e Wills (1981), os quais notaram que concentrações acima da ideal causam injúrias à epiderme das frutas, favorecendo com isso, a incidência de doenças durante o armazenamento. Yuen (1994) descreve que o benefício dos tratamentos com cálcio a fim de diminuir a incidência de doenças é muito variável, e depende do tipo e variedade do produto utilizado e sua resistência aos microrganismos.

Neste experimento identificou-se a presença de *Botrytis cinerea* e *Cladosporium* spp, sendo este último microrganismo o de atuação mais agressiva durante o armazenamento.

6.5 Teor de cálcio

Analisando a Tabela 5, pode-se verificar que houve diferença estatística significativa entre o teor de cálcio dos morangos nos vários tratamentos aplicados. No segundo dia de conservação, os teores de cálcio dos frutos testemunha foram significativamente semelhantes aos dos tratados com CaCl_2 a 1%, assim como no 8° e 12° dia. Ainda, no 4°, 6° e 10° dia, o tratamento testemunha se diferenciou estatisticamente dos demais, exibindo os menores teores de cálcio detectados no experimento.

Tabela 5: Variação média do teor de cálcio (mg.Kg^{-1}) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	19,0 aA	15,0 cA	16,7 dA	17,3 dA	15,7 cA	17,0 dA	18,3 cA	14,97
1% CaCl_2	19,0 aB	34,7 cA	36,7 cdA	40,0 cdA	39,0 cA	36,7 cdA	35,7 cA	6,95
2% CaCl_2	19,0 aB	91,0 bcA	97,0 cA	80,0 cAB	62,0 cAB	115,3 bcA	119,0 bcA	27,92
3% CaCl_2	19,0 aB	307,0 abA	181,7 bAB	150,0 bAB	182,3 bAB	184,0 bAB	199,7 bAB	44,04
4% CaCl_2	19,0 aC	369,3 aAB	394,3 aAB	350,0 aAB	296,0 aB	392,0 aAB	451,7 aA	16,03
CV%	0,00	23,51	19,1	20,42	19,45	20,46	29,15	

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

Entretanto, durante todo o período de conservação, os frutos submetidos ao tratamento com CaCl_2 a 4% apresentaram o maior incremento no teor de cálcio, podendo-se dizer que, à medida que se aumentou a concentração da solução de cloreto de cálcio no tratamento pós-colheita das frutas, maior foi o teor de cálcio encontrado nos morangos.

Em relação ao teor de cálcio dos morangos nos diferentes tratamentos, durante o armazenamento, observa-se que para todos os tratamentos, com exceção do tratamento com CaCl_2 a 3%, não ocorreu diferença estatística entre o 2º e 12º dia, sugerindo, portanto, a mínima perda nutricional deste mineral no presente experimento. Segundo Scalon (1996) o teor de cálcio em morangos armazenados durante 6 dias apresentaram pequena variação, porém esta não foi estatisticamente significativa. Ainda, Souza *et al.* (1999), em experimento com morango tratado com cálcio e armazenado durante 21 dias a 4°C, observou que o teor de cálcio durante o experimento se manteve estável.

6.6 Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis apresentados pelos morangos encontram-se na Tabela 6.

Apesar de não haver diferença estatística, os valores de sólidos solúveis tenderam a aumentar durante a conservação das frutas. Esse fato pode ter ocorrido devido à perda de massa dos frutos e diminuição da sua acidez, com a possível conversão dos

ácidos orgânicos em açúcares devido à respiração das frutas durante seu armazenamento. Entretanto, quando se compara o valor dos sólidos solúveis entre o início do experimento e o 12º dia do armazenamento, nota-se que estes se mantiveram constantes. Como única exceção, os tratamentos com 3 e 4% de cloreto de cálcio, sofreram oscilações durante o 2º e 10º dia, mas sem qualquer tendência definida. A variação média de sólidos solúveis nos frutos nos diferentes tratamentos mostrou que o tratamento testemunha se manteve com os maiores valores durante todo o experimento, porém somente aos 4º e 6º dias de conservação ocorreram diferenças significativas.

Tabela 6: Variação média de sólidos solúveis (°Brix) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	6,8 aA	6,40 aA	7,03 abA	6,67 aA	7,03 aA	6,60 aA	7,23 aA	5,58
1% CaCl₂	6,8 aA	6,70 aA	6,90 abA	6,57 aA	6,83 abA	5,87 aA	7,07 aA	5,34
2% CaCl₂	6,8 aA	6,27 aA	6,33 bA	6,43 aA	6,93 abA	6,70 aA	6,80 aA	4,59
3% CaCl₂	6,8 aAB	6,53 aB	6,63 bAB	6,57 aB	6,17 cC	6,60 aB	6,97 aA	1,87
4% CaCl₂	6,8 aAB	6,60 aB	7,43 aA	6,40 aB	6,50 bcB	6,87 aAB	6,93 aAB	3,73
CV%	0,00	4,6	4,2	5,8	2,9	7,1	3,34	

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

Esses dados são semelhantes aos citados por Tirmazi e Wills (1981) em mangas, Sams e Conway (1984) em maçãs, Gonçalves *et al.* (1996) em limões, Mota *et al.* (1997) em jaboticabas, e Lima *et al.* (2000) em uvas, nos quais relataram não haver diferença estatística no teor de sólidos solúveis dos frutos com adição de cloreto de cálcio e dos frutos do tratamento testemunha.

Souza *et al.* (1999) em experimento com morangos tratados com cloreto de cálcio descreveu que a porcentagem de sólidos solúveis não apresentou diferença estatística durante todo o período de armazenamento. Ainda, Conway e Sams (1987), acrescentam que, se o nível inicial de cálcio estiver alto não haverá efeito na respiração das frutas.

Segundo Lavee e Nir (1986), as alterações em sólidos solúveis e acidez titulável, assim como em açúcares e ácidos orgânicos são mínimas durante o armazenamento de frutas não-climatéricas. Ainda Chitarra e Chitarra (1990) descrevem que este

comportamento se deve ao fato das frutas não-climatéricas apresentarem pouca ou nenhuma modificação no conteúdo de açúcares durante o armazenamento sendo que, é somente no estágio final da senescência que se observa diminuição no conteúdo desses açúcares (GARCIA *et al.*, 1996).

Considerando este fator, pode-se sugerir que o cálcio propiciou aceleração na senescência das frutas neste experimento, já que, apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos, no 12º da avaliação, os valores de sólidos solúveis encontrados no tratamento testemunha foram superiores aos dos tratamentos com cloreto de cálcio.

Os valores encontrados para os morangos neste experimento são superiores aos relatados por Paraskevopoulou-Paraussi e Vassilakakis (1995), e são inferiores aos apresentados por Garcia *et al.* (1996) e Silva (2002).

6.7 Acidez titulável e pH

Os dados de acidez titulável (Tabela 7) foram expressos em % de ácido cítrico, pois segundo Lima (1999) e Silva (2002), o ácido cítrico é o principal ácido encontrado no morango.

Tabela 7: Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico.100g de tecido fresco⁻¹) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	0,78 aA	0,71 aA	0,77 aA	0,77 aA	0,71 aA	0,72 aA	0,75 aA	6,50
1% CaCl₂	0,78 aA	0,69 aA	0,72 aA	0,76 aA	0,74 aA	0,74 aA	0,69 aA	4,75
2% CaCl₂	0,78 aA	0,72 aA	0,72 aA	0,72 aA	0,67 aA	0,68 aA	0,70 aA	8,09
3% CaCl₂	0,78 aA	0,72 aAB	0,68 aB	0,69 aB	0,78 aB	0,74 aB	0,66 aB	6,16
4% CaCl₂	0,78 aA	0,70 aAB	0,64 aB	0,70 aAB	0,68 aAB	0,68 aAB	0,69 aB	5,09
CV%	0,00	5,33	8,98	4,64	4,78	5,01	8,69	

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

Observa-se através dos dados que durante o armazenamento do morango, ocorreu diminuição da acidez titulável para os frutos dos tratamentos com 3 e 4% de

cloreto de cálcio. Segundo Lurie e Klein (1990) tratamentos com CaCl_2 parecem aumentar a atividade de enzimas envolvidas no metabolismo dos ácidos orgânicos.

Para os tratamentos testemunha e tratados com 1 e 2% de cloreto de cálcio houve manutenção da acidez no decorrer do experimento, apesar dos valores apresentarem tendência à diminuição, em média de 0,21g de ácido cítrico.100g de tecido fresco⁻¹ em 12 dias. Esses dados coincidem com os citados por Garcia *et al.* (1996) e Silva (2002), que preconizam a redução da acidez titulável durante o armazenamento. Paraskevopoulou-Paraussi e Vassilakakis (1995) também verificaram queda na acidez dos frutos, porém os valores obtidos neste experimento encontram-se abaixo dos relatados por estes autores (0,84% no ponto inicial e 0,78% no 8º dia de conservação pós-colheita). Esse decréscimo se deve ao processo de amadurecimento do fruto, que também causa redução na adstringência, no teor de compostos ácidos e fenólicos e aumento nas características do aroma devido à emissão de compostos voláteis (CHITARRA e CHITARRA, 1990). O decréscimo da acidez também pode ser explicado pela utilização destes compostos como substratos respiratórios (GAMA *et al.*, 1991), ou por sua conversão em açúcares, já que com o amadurecimento dos frutos, ocorre maior atividade metabólica e estes ácidos orgânicos constituem uma excelente reserva energética para os frutos, através de sua oxidação no ciclo de Krebs (BRODY, 1996).

Em relação aos diferentes tratamentos, os valores mostram que não ocorreu diferença estatística durante o armazenamento do morango, sugerindo que, o cloreto de cálcio aplicado por imersão não influenciou na concentração de ácido cítrico presente nos morangos. Esse dado concorda com os citados por Souza *et al.* (1999), quando morangos tratados com cloreto de cálcio apresentaram, em média, o mesmo teor de acidez titulável dos frutos do tratamento testemunha. Ainda Garcia *et al.* (1996), cita não haver diferença estatística entre os morangos tratados com cálcio e os do grupo controle.

Contudo, apesar de não haver diferença estatística, no 12º dia de avaliação, nota-se que, os frutos tratados com cloreto de cálcio tenderam a apresentar menor acidez quando comparados ao tratamento testemunha. Essa tendência concorda com os apontamentos de Singh *et al.* (1982), Conway (1987) e Neves *et al.* (2000) que preconizam menores níveis de acidez para frutos que sofreram aplicação de cálcio. Holland (1993)

verificou que tratamentos com altas concentrações de cálcio resultam em diminuição nos teores de acidez titulável e açúcares neutros, sugerindo maior atividade metabólica dos frutos.

Portanto, considerando a acidez titulável e o parâmetro anteriormente citado (sólidos solúveis) deste experimento, pode-se sugerir que o tratamento com cálcio acelerou a senescência do morango, já que, apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos, ao final do armazenamento, os frutos do tratamento testemunha se apresentavam com maior concentração de sólidos solúveis e ácido cítrico.

Com base na Tabela 8, verifica-se que o pH dos morangos não foi alterado pela aplicação de cloreto de cálcio. Ao longo do armazenamento verificou-se elevação do pH para os frutos de todos os tratamentos testados, resultados condizentes com os observados por Paraskevopoulou-Paraussi e Vassilakakis (1995).

Tabela 8: Variação média de pH dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	3,47 aB	3,57 aAB	3,65 aA	3,61 aA	3,63 aA	3,58 aAB	3,63 aA	1,16
1% CaCl₂	3,47 aB	3,55 aAB	3,61 aA	3,55 aAB	3,56 aAB	3,50 aB	3,62 aA	1,10
2% CaCl₂	3,47 aB	3,48 aB	3,60 aA	3,52 aAB	3,56 aAB	3,49 aAB	3,58 aA	1,15
3% CaCl₂	3,47 aA	3,47 aA	3,54 aA	3,48 aA	3,49 aA	3,48 aA	3,52 aA	1,60
4% CaCl₂	3,47 aABC	3,40 aC	3,57 aA	3,44 aBC	3,51 aAB	3,43 aBC	3,56 aA	1,05
CV%	0,00	1,61	1,19	1,77	0,99	1,37	1,74	

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

6.8 Firmeza

A Tabela 9 mostra a variação média na firmeza dos frutos nos diferentes tratamentos. Pode-se notar que o cálcio não interferiu nos valores de firmeza dos frutos durante todo os dias de armazenamento, período no qual não foi detectada diferença estatística entre os tratamentos. Esses dados concordam com os citados por Botelho (1996), que ao tratar goiaba branca com cloreto de cálcio não constatou diferenças significativas entre os tratamentos em termos de resistência de polpa.

Tabela 9: Variação média de firmeza (gf.cm^{-3}) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	87,4 aAB	116,0 aA	89,5 aAB	122,22aA	112,9 aA	94,6 aAB	60,7 aB	14,97
1% CaCl_2	87,4 aAB	98,8 aAB	106,2 aAB	138,6 aA	91,2 aAB	98,4 aAB	64,9 aB	21,39
2% CaCl_2	87,4 aBCD	92,6aBCD	75,4 aCD	137,1 aA	114,9 aABC	130,00aAB	66,1 aD	15,64
3% CaCl_2	87,4 aAB	97,1 aAB	98,3 aAB	109,7 aAB	123,2 aA	109,9 aAB	64,5 aB	18,06
4% CaCl_2	87,4 aA	98,1 aA	92,8 aA	112,1 aA	109,5 aA	121,6 aA	66,6 aA	25,49
CV%	0,00	18,9	35,7	16,1	28,7	30,6	7,4	

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

Neves *et al.* (2000) em experimento com caqui, descreveram que, tratamentos com 2 e 4% de cloreto de cálcio sob imersão, não apresentaram maior retenção de firmeza da polpa aos 15 dias de armazenamento, quando comparados às frutas do tratamento testemunha. Silva (1999) observou que a perda de firmeza dos morangos do tratamento testemunha foi semelhante às frutas tratadas com 4% de cloreto de cálcio. Silva (2002) descreveu que o efeito da manutenção da firmeza proporcionado pelo cálcio não foi observado no 12º dia de armazenamento do morango tratado com CaCl_2 em pré-colheita.

Embora não tenha sido observada diferenças estatísticas entre os tratamentos, observa-se que no 10º e 12º dia de armazenamento, as frutas do tratamento testemunha apresentaram menor firmeza em relação às frutas tratadas com cloreto de cálcio, apontando, portanto, para uma maior retenção da firmeza para as frutas tratadas. Ainda, pode-se observar que, as frutas imersas em 4% de CaCl_2 mantiveram a firmeza durante todos os dias do armazenamento, não apresentando diferença estatística significativa no período. Esses dados sugerem, como citado por diversos autores, a eficiência do cálcio na manutenção da firmeza das frutas em pós-colheita (CHEOUR, *et al.*, 1990; SAMS *et al.*, 1993; STOW, 1993; GARCIA *et al.*, 1996).

Com exceção do tratamento com 4% de CaCl_2 , a avaliação mostra que ocorreu decréscimo na firmeza dos morangos com o decorrer do tempo de armazenagem, sendo que a partir do 10º dia esta queda foi mais brusca. Esse amolecimento dos frutos, já verificado por diversos autores (CONWAY e SAMS, 1987; CHEOUR, *et al.*, 1991; MANNING, 1993; OCHEI, *et al.*, 1993; FLORES-CANTILLANO, 1999; SILVA, 2002), pode ser causado por diversos fatores, sendo a solubilização da protopectina constituinte da

parede celular o principal deles (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Sigrist (1992) e Ronque (1998) descrevem que o amolecimento dos frutos pode ser causado pela transpiração, que compromete o produto provocando perda qualitativa e quantitativa. Para Awad (1993), além do fator transpiração, a decomposição enzimática da parede celular e lamela média também pode ser responsável por alterações na textura dos frutos durante o período de pós-colheita.

Os valores de firmeza obtidos no experimento estão abaixo dos relatados por Silva (2002) para morango.

6.9 Análise Sensorial

Na Tabela 10 podem-se observar os efeitos da imersão do morango no cloreto de cálcio no sabor, textura, aroma dos frutos, atributos sensoriais considerados determinantes na qualidade total do fruto (SHAMAILA *et al.*, 1992).

Observando-se os valores atribuídos aos frutos pelo seu sabor, pode-se notar que estes se mantiveram constantes entre o 2º e 12º dia de armazenamento, para todos os tratamentos. Este dado sugere que as modificações no sabor dos frutos se deram logo após a aplicação dos diferentes tratamentos, sendo que o período de armazenamento de 12 dias não proporcionou mudanças acentuadas nesta característica. Esse dado não concorda com o citado por Bleinroth (1986), no qual salienta que o morango sofre redução acentuada em seu paladar somente após 6 dias sob refrigeração entre 0 e 4°C, assim com os citados por Plochanski (1986) e Flores-Cantillano (1999) que verificaram uma série de mudanças composicionais que afetam na perda de sabor dos frutos durante seu armazenamento.

Em relação ao sabor dos frutos nos diferentes tratamentos, verificou-se que estes se mantiveram sem diferenças estatísticas significativas até o 6º dia de conservação, quando então, a partir deste dia, as frutas do tratamento testemunha obtiveram as maiores notas da escala hedônica, em média 8,2 (sabor bom). O sabor de todos os frutos tratados com cálcio foi caracterizado como “moderado” (entre 5 e 6).

Isso se deve provavelmente à menor concentração de sólidos solúveis detectada nos frutos tratados com cálcio, indicando neste caso que, o sabor do morango é condicionado mais pelo teor de açúcar do que pelo nível de acidez. O aparecimento de sabores indesejáveis devido a maior incidência de patógenos também pode ter contribuído para as

menores notas para o sabor dos frutos tratados com cálcio. Esses dados concordam com os citados por Silva (2002) quando os morangos do tratamento testemunha obtiveram sempre as maiores notas, em contraste com os tratamentos que utilizaram cálcio, durante o armazenamento das frutas.

Tabela 10: Variação média da análise sensorial (sabor, textura e aroma) dos morangos tratados com cloreto de cálcio em pós-colheita.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Sabor								
Testemunha	9,5 aA	7,4 aB	8,3 aB	7,9 aB	8,0 aB	8,6 aB	8,0 aB	21,61
1% CaCl ₂	9,5 aA	6,2 aB	6,5 aB	7,1 aB	5,3 bB	6,5 bB	5,4 bB	27,26
2% CaCl ₂	9,5 aA	5,6 aB	6,1 aB	5,7 aB	5,9 abB	6,0 bB	6,0 abB	25,03
3% CaCl ₂	9,5 aA	7,0 aB	7,2 aB	6,5 aB	5,6 bB	5,7 bB	5,5 bB	28,01
4% CaCl ₂	9,5 aA	5,1 aB	6,1 aB	5,5 aB	6,0 abB	5,3 bB	5,0 bB	22,03
CV%	0,00	32,5	25,5	30,1	29,03	24,9	22,7	
Textura								
Testemunha	9,8 aA	8,2 aB	8,8 aAB	8,6 aAB	8,6 aAB	8,3 aAB	8,2 aB	12,82
1% CaCl ₂	9,8 aA	8,2 aBC	8,8 aAB	8,0 abBCD	7,8 abCD	7,0 abBCD	6,8 abD	12,70
2% CaCl ₂	9,8 aA	6,7 aC	9,1 aAB	7,4 abBC	7,0 bC	6,0 bC	5,9 bC	20,38
3% CaCl ₂	9,8 aA	7,6 aBC	8,8 aAB	6,6 bC	6,6 bC	6,0 bC	5,7 bC	21,86
4% CaCl ₂	9,8 aA	6,7 aBC	8,4 aAB	6,9 abBC	6,3 bBC	5,9 bC	5,3 bC	22,92
CV%	0,00	19,7	14,0	20,1	20,6	18,4	20,5	
Aroma								
Testemunha	9,5 aA	7,7 aAB	8,1 aAB	7,4 aA	8,1 aB	8,7 aAB	8,2 aAB	16,36
1% CaCl ₂	9,5 aA	7,5 aAB	5,9 aB	5,7 aAB	6,6 aB	7,2 abcB	6,4 bB	26,21
2% CaCl ₂	9,5 aA	7,4 aAB	6,1 aB	6,0 aB	6,1 aB	7,5 abAB	6,3 bB	24,42
3% CaCl ₂	9,5 aA	7,2 aB	6,0 aB	6,1 aB	6,1 aB	6,3 bcB	6,1 bB	26,25
4% CaCl ₂	9,5 aA	6,8 aAB	5,7 aB	5,8 aB	4,9 aB	5,4 cB	4,8 bB	29,70
CV%	0,00	20,1	40,5	25,1	29,7	22,7	20,78	

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

O segundo parâmetro avaliado na análise sensorial foi à textura. Segundo Chitarra e Chitarra (1990) as sensações que caracterizam a textura dos frutos e hortaliças são múltiplas, na sua maioria induzida por características mecânicas, como a firmeza. Contudo, essas sensações também podem ser induzidas por características

geométricas ou químicas, como o tamanho, forma e orientação da partícula e teor de água e de gordura (SZCZESNIAK, 1963).

De acordo com os dados encontrados neste trabalho, verifica-se que ocorreu queda na nota da textura dos frutos de todos os tratamentos estudados, informação concordante com Cheour *et al.* (1990), Manning (1993), Paraskevopoulou-Paraussi e Vassilakakis (1995), Flores-Cantillano (1999) e Silva (2002). Segundo estes autores, com o prolongamento do armazenamento ocorre a solubilização de substâncias pécticas, que é uma tendência natural durante o amadurecimento, facilitando a ação de enzimas de degradação. Entretanto, a queda dos valores de textura para os frutos do tratamento testemunha foi inferior em relação às frutas dos demais tratamentos, sendo que, enquanto a textura das frutas do tratamento testemunha decresceram em sua caracterização de “ótimo” para “bom”, as frutas tratadas com cálcio decresceram em média de “ótimo” para “moderado”.

Entre os tratamentos detectou-se diferenças estatística somente a partir do 6º dia de conservação dos frutos, onde, as frutas tratadas com cloreto de cálcio apresentaram as menores notas. Relacionando os dados de firmeza deste experimento (Tabela 9) com as notas de textura dada pelos provadores, comprova-se o que foi anteriormente citado, de que as sensações que caracterizam a textura dos frutos ao paladar humano são demasiadamente variadas, já que neste experimento, apesar de não haver diferença estatística para a firmeza entre os tratamentos, as notas de textura na análise sensorial foram desiguais.

O terceiro parâmetro analisado na análise sensorial, o aroma, apresentou-se estatisticamente semelhante entre os tratamentos até o 8º dia de armazenamento dos frutos, sendo que a partir deste período, as frutas que sofreram tratamento com cálcio apresentaram as menores notas até o final do experimento. O decréscimo das notas para o aroma nas frutas tratadas com cálcio foi em média de 9,5 (aroma “ótimo”) para 5,9 (aroma “moderado”), enquanto que para as frutas do tratamento testemunha foi de 9,5 (aroma “ótimo”) para 8,2 (aroma “bom”).

Também se verificou que o aroma dos morangos mostrou diferença no decorrer do período estudado, apresentando tendência de diminuição a partir do 2º dia de armazenamento. Esses dados confirmam os apresentados por Bleinroth (1986) onde este salienta que, após 6 dias sob refrigeração, o morango pode sofrer redução acentuada nas suas propriedades de aroma.

7. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado os resultados obtidos permitem concluir que as diferentes concentrações de cloreto de cálcio testadas propiciaram aos morangos maior perda de massa fresca, incidência de doenças, depreciação na aparência, sabor, textura e aroma, diminuindo, portanto a qualidade e vida pós-colheita da fruta. Estes resultados tornam inviável a recomendação de sua utilização.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 2: Avaliação da conservação pós-colheita dos morangos armazenados sob atmosfera modificada

8.1 Perda de massa fresca

Os dados de perda de massa fresca, apresentados na Tabela 11, mostram não haver diferença entre os frutos dos tratamentos testados. As maiores perdas chegaram a somente 0,29%, sendo, portanto, insignificante do ponto de vista qualitativo, já que a percentagem máxima de perda de água antes de o morango tornar-se inaceitável comercialmente é de 6% (FLORES-CANTILLANO, 1999).

Tabela 11: Variação média percentual de perda de massa fresca dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento						CV (%)
	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	0,03 aA	0,06 aA	0,17 aA	0,11 aA	0,13 aA	0,14 aA	0,18
Vácuo parcial	0,03 aA	0,12 aA	0,03 aA	0,02 aA	0,04 aA	0,03 aA	0,70
5% O ₂ / 1% CO ₂	0,04 aA	0,11 aA	0,17 aA	0,05 aA	0,12 aA	0,10 aA	0,51
5% O ₂ / 3% CO ₂	0,02 aA	0,09 aA	0,25 aA	0,12 aA	0,18 aA	0,16 aA	0,19
5% O ₂ / 5% CO ₂	0,04 aA	0,10 aA	0,29 aA	0,16 aA	0,24 aA	0,21 aA	0,19
CV%	0,40	0,66	0,32	0,31	0,30	0,45	

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

A perda de massa ocorre devido principalmente a transpiração, ou seja, a evaporação de água dos tecidos dos frutos (GAMA, *et al.*, 1991; SIGRIST, 1992; RONQUE, 1998). Pelos resultados observados, pode-se dizer que a atmosfera modificada conseguiu reduzir a transpiração dos morangos. Estes resultados concordam com Handenburg *et al.* (1986), que define que em relação aos fatores ambientais quanto menor a temperatura e maior a umidade relativa, menor será a transpiração das frutas.

Outro fator que ocasiona a perda de massa, porém em menor proporção, é o processo de respiração, devido à degradação dos carboidratos. O morango, apesar de ser fruto não climatérico, apresenta alta taxa de respiração (FLORES-CANTILLANO, 1999), porém, o armazenamento em atmosfera modificada verificada neste experimento provavelmente acarretou na diminuição da respiração e conseqüentemente redução da perda de massa. Segundo Morris (1979) altos níveis de CO₂ podem ser benéficos a fim de se diminuir a respiração dos tecidos vegetais.

As porcentagens de perda de massa fresca apresentada pelos frutos estão abaixo dos valores apontados por Paraskevopoulou-Paraussi e Vassilakakis (1995), nos quais os morangos com 6 dias de armazenamento a 3°C, apresentaram 5,80%, e com 8 dias, apresentaram 7,90% de perda de massa fresca. Os valores encontrados também estão abaixo dos relatados por Calegari *et al.* (2002), onde o armazenamento de morangos a 1°C durante 14 dias, em elevadas concentrações de CO₂ obtiveram em média 2,3% de perda de massa fresca.

Contudo, os dados obtidos neste experimento foram semelhantes aos dos apontados por Sanz *et al.* (1999), nos quais os morangos com 7 dias de armazenamento a 2°C, em embalagens microperfuradas, apresentaram 0,9% de perda de massa fresca. Ainda, os dados foram semelhantes aos relatados por Nunes *et al.* (1998), que armazenando morangos embalados cv. Oso Grande a 1°C, obtiveram perdas de 1,0% de massa fresca aos 8 dias de estocagem e Collins e Perkins-Veazie (1993), onde o armazenamento de morangos em polietileno a 1°C durante 15 dias, acarretou em perda de massa de 0,56%.

8.2 Aparência

A aparência é o fator de qualidade mais importante, pois determina o valor de comercialização do produto (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Observando os resultados da Tabela 12, pode-se dizer que as diferentes atmosferas modificadas não tiveram influência sobre a aparência dos frutos, já que em todos os dias de avaliação, os tratamentos testados não apresentaram diferença estatística significativa entre si. Ressalta-se que, apesar de não existir diferença estatística entre os tratamentos, os resultados dos tratamentos testemunha e com 1% de CO₂ sugeriram melhor aparência ao 12º dia de armazenagem.

Tabela 12: Variação média da aparência* dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	3,0 aA	2,9 aA	2,9 aA	2,4 aB	9,78
Vácuo parcial	3,0 aA	2,8 aA	2,8 aA	2,8 aA	2,6 aAB	2,6 aAB	2,0 aB	17,83
5% O₂ / 1% CO₂	3,0 aA	3,0 aA	2,8 aA	2,8 aA	2,8 aA	2,4 aAB	2,4 aB	18,80
5% O₂ / 3% CO₂	3,0 aA	3,0 aA	2,9 aAB	2,9 aAB	2,6 aAB	2,6 aAB	2,0 aB	15,30
5% O₂ / 5% CO₂	3,0 aA	3,0 aA	2,7 aAB	2,7 aAB	2,7 aAB	2,5 aAB	2,2 aB	16,68
CV%	0,00	6,46	13,09	13,09	16,80	18,67	21,04	

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

* Nota 3 (bom), 2 (razoável) e 1 (ruim ou impróprio).

Do ponto inicial até o 10º dia de armazenamento, os morangos de todos os tratamentos, principalmente da testemunha, apresentaram boas condições de comercialização quanto ao aspecto. Porém, no 12º dia, observou-se que a maioria dos frutos sofreu queda acentuada em sua aparência, obtendo notas que variaram entre 2,0 e 2,4, sendo, portanto, considerados produtos razoáveis para o comércio.

Bleinroth (1986) complementa que o brilho característico do morango desaparece quando é armazenado por períodos superiores a 6 dias em temperatura entre 0 e 4°C. Para Flores-Cantillano (1999), as alterações significativas no aspecto visual do morango se devem a uma série de mudanças composicionais, que podem acarretar inclusive a perda de sabor do fruto.

Levando-se em consideração a aparência do morango armazenado em atmosfera modificada e sob refrigeração, Collins e Perkins-Veazie (1993) observaram que a queda na qualidade visual das frutas durante o armazenamento é pequena em comparação com as frutas armazenadas em ambiente atmosférico normal. Os mesmos autores verificaram que a refrigeração é vital para assegurar a manutenção desta aparência.

Para Li e Kader (1989) as altas concentrações de CO₂ retardam as mudanças de coloração no armazenamento do morango, assim como proporciona maior retenção da firmeza das frutas, diminuindo a perda da qualidade (El-Kazzaz *et al.*, 1983).

8.3 Vida útil para comercialização

Na Tabela 13, pode-se visualizar a variação média da vida útil dos morangos para comercialização. Este parâmetro, estabelecido em função do número de dias em que os frutos permaneceram em condições aceitáveis para o comércio, torna-se extremamente importante no caso do morango, por se tratar de um produto muito perecível, atingindo, conforme a cultivar e as condições ambientais, perdas totais em apenas 48 horas depois de colhido (RONQUE, 1998).

Tabela 13: Variação média da vida útil para comercialização dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Vida útil para comercialização
Testemunha	16,3 a
Vácuo parcial	11,8 b
5% O ₂ / 1% CO ₂	15,0 ab
5% O ₂ / 3% CO ₂	12,7 ab
5% O ₂ / 5% CO ₂	12,3 ab
CV%	23,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando os dados, pode-se notar diferença estatística significativa entre os frutos dos diferentes tratamentos, sendo que os frutos do tratamento testemunha foram os que obtiveram maior durabilidade no período estudado, com 16,3 dias úteis para

comercialização. Os benefícios da atmosfera com elevada concentração de CO₂ incluem a redução da taxa respiratória (LI e KADER, 1989), retardamento da perda da cor e firmeza dos frutos (SMITH, 1992; SMITH e SKOG, 1992; LARSEN e WATKINS, 1995) e do crescimento fúngico (EL-KAZZAZ *et al.*, 1993). Sugere-se, portanto, que estes benefícios foram maximizados no tratamento testemunha, quando a elevação da concentração de CO₂ ocorreu durante o período de armazenamento.

Em contrapartida, os frutos do tratamento a vácuo obtiveram menor durabilidade, com apenas 11,8 dias úteis para comercialização. Ressalta-se que o tratamento a vácuo ocasionou lesão mecânica nos frutos (amassamento) proporcionando queda na qualidade, assim como perda da coloração nos mesmos, sustentando as afirmações de Ke *et al.* (1993).

Estes resultados são discordantes dos proferidos por Chitarra e Chitarra (1990), onde estes citam que o período máximo de vida pós-colheita para o morango (10 dias) só é atingido se os frutos forem mantidos em temperatura de 0-5°C, 10% de O₂ e 15-20% de CO₂. Calegari *et al.* (2002) determinou um período máximo de 7 dias de conservação de morangos cv. Oso Grande a 0°C associado à atmosfera modificada.

No entanto, os resultados mais próximos dos obtidos neste estudo foram divulgados por Scaloni *et al.* (1996), onde determinaram 14 dias pós-colheita para morangos armazenados em PVC a 4°C. Ainda, Brackmann *et al.* (2001) verificaram que a conservação de morangos cv. Oso Grande a 0°C e pressão parcial de 20% de CO₂ proporcionaram conservação, sem perda de qualidade, por até 20 dias.

Em mangas, Yamashita *et al.* (2001), determinaram que o armazenamento a 12°C em embalagens de PVC prolongou a vida de prateleira em 15 dias, sem causar injúria fisiológica. Para Souza *et al.* (2002) o armazenamento de mangas Tommy Atkins sob refrigeração, associada à atmosfera modificada, reduziu a perda de massa fresca, possibilitando vida útil pós-colheita de 42 dias.

8.4 Incidência de Doenças

Este parâmetro adquire especial importância por se tratar de um fruto muito delicado e pouco resistente, chegando a ser considerado por Ronque (1998), em um dos

mais sensíveis ao apodrecimento. Com base na Tabela 14, pode-se afirmar que os frutos deste estudo mantiveram-se íntegros até o 8º dia de armazenamento. No 10º dia pós-colheita, detectou-se presença de doenças nos morangos.

Tabela 14: Variação média percentual da incidência de doenças dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento						
	0	2	4	6	8	10	12
Testemunha	0	0	0	0	0	20	30
Testemunha	0	0	0	0	0	0	20
Vácuo parcial	0	0	0	0	0	10	30
5% O ₂ / 1% CO ₂	0	0	0	0	0	10	30
5% O ₂ / 3% CO ₂	0	0	0	0	0	20	30

Ao final dos 12 dias de armazenamento, nota-se os frutos do tratamento a vácuo apresentaram a menor incidência de doenças. Entretanto, as porcentagens de doenças apresentadas nos diferentes tratamentos foram semelhantes e relativamente baixas, quando comparadas a experimentos onde as frutas foram armazenadas sob refrigeração, porém em atmosfera ambiente, como os descritos por Silva (2002).

O aumento da concentração de CO₂ no armazenamento de produtos reduz de forma indireta a incidência de patógenos em pós-colheita, sendo este controle variável de acordo com a espécie do produto e o patógeno envolvido. Segundo Flores-Cantillano (1998) a deterioração e podridões aumentam com o período de conservação, entretanto, a atmosfera modificada gerada pela fruta no interior de filmes poliméricos, pode reduzir estes problemas em morangos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (1990), o efeito benéfico de níveis elevados de CO₂ no controle de doenças, se deve ao fato deste gás reduzir a atividade de microrganismos, sendo considerado fungistático, agir como inibidor enzimático e como competidor do O₂. Kader (1986) supõe que o CO₂ propicia desarranjo nos agentes patológicos. Colelli e Martelli (1995) sugerem que as mudanças que o CO₂ propicia na respiração das frutas podem estar relacionadas com suas perdas patológicas.

De modo geral, o uso de altas concentrações de CO₂ reduz a incidência de patógenos devido ao retardo no amadurecimento do produto. Levando-se em consideração os resultados de firmeza encontrados neste experimento, onde ocorre relação positiva entre o

conteúdo de CO₂ e a firmeza da polpa dos morangos, conclui-se que a incidência de patógenos também pode ser dificultada devido a maior resistência do tecido.

Os resultados obtidos neste experimento corroboram os dados de Hertog *et al.* (1999) e Van der Steen *et al.* (2002), onde as elevadas concentrações de CO₂ no armazenamento de morangos foi eficiente na redução de perdas causada por patógenos, principalmente por *Botrytis cineria*.

8.5 Sólidos Solúveis

O processo de amadurecimento de praticamente todos os frutos apresenta relação direta entre com sólidos solúveis, em decorrência da solubilização dos polissacarídeos insolúveis (principalmente amido) em açúcares solúveis (KRAMER, 1973), sendo que a manutenção da doçura do morango durante seu armazenamento é um fator importante a ser considerado, assegurando a qualidade da fruta e, por conseguinte, sua possível aceitação pelo consumidor (GARCIA *et al.*, 1995).

Os teores de sólidos solúveis apresentados pelos morangos neste experimento encontram-se na Tabela 15. Pelos resultados, pode-se verificar que durante todo o período de armazenamento em atmosfera modificada não houve efeito significativo nos diferentes tratamentos para os níveis de sólidos solúveis. Este resultado se assemelha aos de Collins e Perkins-Veazie (1993), onde os teores de sólidos solúveis, durante o armamento de morango em diferentes temperaturas, não mudaram significativamente para qualquer tratamento.

Tabela 15: Variação média de sólidos solúveis (°Brix) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	7,60 aA	7,70 aA	7,60 aA	7,30 aA	7,30 aA	7,30 aA	7,30 aA	6,09
Vácuo parcial	7,60 aA	7,50 aA	7,30 aA	7,30 aA	7,20 aA	7,30 aA	7,70 aA	5,54
5% O₂ / 1% CO₂	7,60 aA	7,40 aA	7,20 aA	7,50 aA	7,50 aA	7,20 aA	7,60 aA	4,45
5% O₂ / 3% CO₂	7,60 aA	7,50 aA	7,60 aA	7,40 aA	7,10 aA	7,20 aA	7,10 aA	5,48
5% O₂ / 5% CO₂	7,60 aA	7,40 aA	7,30 aA	7,40 aA	7,60 aA	7,20 aA	7,10 aA	5,98
CV%	0,00	5,90	3,77	5,38	4,60	7,25	5,74	

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

Apesar de não haver diferença significativa nos teores de sólidos solúveis nos diferentes tratamentos durante o armazenamento, verifica-se tendência de queda nestes teores, principalmente na fase final do experimento. Este resultado concorda com os encontrados por Gil *et al.*, (1997), em experimento realizado com morango sob diferentes concentrações de CO₂, onde os teores de sólidos solúveis diminuíram ligeiramente depois de 5 e 10 dias de armazenamento a 5°C. Contudo, os frutos dos tratamentos com 1% de CO₂ e a vácuo mantiveram conteúdo de sólidos solúveis mais elevados que os demais tratamentos, sugerindo que estes tratamentos foram mais eficientes em retardar a senescência do morango.

Os valores de sólidos solúveis encontrados para os morangos deste experimento são superiores aos relatados por Paraskevopoulou-Paraussi e Vassilakakis (1995) e à média de 6,6 °Brix encontrada por Berbari *et al.*, (1994). Ainda, na instalação do experimento, o valor encontrado de 7,60 °Brix foi superior ao relatado por Brackmann *et al.*, (2001), 6,93 °Brix, para a cv. ‘Oso Grande’.

8.6 Acidez titulável e pH

Os resultados da avaliação da acidez titulável dos frutos apresentados na Tabela 16, concordam com as citações de Chitarra e Chitarra (1990), Sigrist (1992) e Scaloni *et al.* (1996), de maneira que seus valores diminuíram com o armazenamento.

Tabela 16: Variação média de acidez titulável (g de ácido cítrico.100g de tecido fresco⁻¹) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	0,81 aAB	0,76 aBC	0,85 aA	0,80 aAB	0,81 aAB	0,72 aC	0,78 aABC	3,72
Vácuo parcial	0,81 aA	0,75 aAB	0,72 aAB	0,78 aAB	0,74 aAB	0,71 aB	0,68 bAB	6,62
5% O₂ / 1% CO₂	0,81 aAB	0,83 aA	0,77 aAB	0,82 aAB	0,74 aAB	0,72 aB	0,73 abAB	5,2
5% O₂ / 3% CO₂	0,81 aA	0,77 aABC	0,78 aABC	0,79 aAB	0,74 aBC	0,71 aC	0,72 abC	3,24
5% O₂ / 5% CO₂	0,81 aA	0,85 aA	0,81 aA	0,80 aA	0,72 aA	0,67 aA	0,72abA	11,95
CV%	0,00	4,88	6,43	4,99	5,14	3,58	3,8	

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

A diminuição da acidez durante o período de armazenamento é vinculada principalmente ao processo respiratório, entretanto a conversão dos ácidos em açúcares e a menor capacidade de síntese desses ácidos em frutos maduros também é citada por alguns autores (GAYON, 1972; CHITARRA e CHITARRA, 1990; SIGRIST, 1992). Entretanto, nota-se, que ao final do período de armazenamento, houve relação negativa entre o conteúdo de CO₂ no armazenamento e a acidez das frutas, concordando com os resultados de Holcroft e Kader (1999).

Os valores de pH são mostrados na Tabela 17, e fortalecem esse comportamento, visto que ao final do período de armazenamento os maiores valores de pH foram encontrados nos frutos armazenados nas maiores concentrações de CO₂ (tratamento a vácuo e a 5% CO₂).

Tabela 17: Variação média de pH dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	3,43 aC	3,54 aAB	3,51 abB	3,56 aAB	3,55 aB	3,57 aAB	3,60 bA	0,76
Vácuo parcial	3,43 aC	3,59 aB	3,60 aAB	3,65 aAB	3,61 aAB	3,68 aAB	3,72 aA	1,29
5% O₂ / 1% CO₂	3,43 aD	3,52 aBCD	3,48 bCD	3,55 aABC	3,60 aAB	3,63 aAB	3,64 abA	1,08
5% O₂ / 3% CO₂	3,43 aC	3,51 aBC	3,53 abB	3,58 aB	3,57 aB	3,60 aB	3,68 abA	0,90
5% O₂ / 5% CO₂	3,43 aC	3,54 aBC	3,52 abBC	3,55 aBC	3,59 aAB	3,68 aAB	3,70 aA	1,41
CV%	0,00	1,42	1,14	1,12	1,95	1,37	0,98	

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

O CO₂ quando entra em contato com a água presente nos frutos, gera ácido carbônico (H₂CO₃) que logo é quebrado em H⁺ + HCO₃⁻ (bicarbonato). Enquanto a presença de H⁺ diminui o pH para a maioria dos frutos, a influencia de HCO₃⁻ no aumento do pH é encontrada somente em algumas situações (LUCAS, 1979; LAING e BROWSE, 1985). Entretanto, em algumas frutas, como no caso o morango, o armazenamento em altas concentrações CO₂ promovem aumento no pH (KE *et al.*, 1991; GUICHARD *et al.*, 1992; GIL *et al.*, 1997; HOLCROFT e KADER, 1999).

Segundo Holcroft e Kader (1999), a grande maioria dos ácidos orgânicos (cítrico e málico) presentes no morango estão protegidos no vacúolo, e este comportamento evita a dissociação do ácido carbônico (H₂CO₃) no citoplasma. Além disso, o

pH dentro do vacúolo pode ser aumentado devido à formação de bicarbonatos. Estas observações sugerem que a resposta do armazenamento em altas concentrações de CO₂ pode ser muito diferente em frutas que apresentam grande acidez vacuolar do que em frutas com maiores valores de pH ou tecidos que não acumulem ácidos orgânicos. Ainda o aumento de pH é associado, segundo Lucas (1979), ao sistema de transporte transmembrana, de maneira que o movimento contínuo do H⁺ e do OH⁻ aumenta a capacitação do HCO₃⁻.

Em relação ao comportamento dos ácidos orgânicos no armazenamento do morango em altas concentrações de CO₂, Holcroft e Kader (1999) descrevem que ocorre grande diminuição para os ácidos cítricos e málico e aumento substancial para o ácido succínico. O aumento da concentração de ácido succínico em morangos pode ser resultado da inibição da atividade da enzima succinato desidrogenase, como foi mostrado em outras frutas (FRENKEL e PATTERSON, 1973), e pode ocasionar alguns distúrbios caracterizados pelo amarronzamento dos tecidos (KLUGE *et al.*, 2001).

Todos estes argumentos sugerem que o aumento nos valores de pH para os morangos armazenados em altas concentrações de CO₂, favorecem a degradação dos ácidos cítricos e málico e aumentam a concentração de ácido succínico, acarretando, portanto, em mudanças na aparência, sabor e aroma das frutas.

8.7 Teor de vitamina C

Os dados dos teores médios de vitamina C apresentados pelos frutos estão relacionados na Tabela 18, onde se podem verificar parcelas perdidas no 8º e 12º de avaliação. A determinação do conteúdo de ácido ascórbico em vegetais é importante, pois, sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que provavelmente os demais nutrientes estão sendo preservados (CALEGARO *et al.*, 2002).

Ao longo do período de armazenamento verificou-se diminuição dos teores de vitamina C para os frutos de todos os tratamentos testados. Esses resultados são condizentes com os observados por Paraskevopoulou-Paroussi e Vassilakakis (1995), Nunes *et al.*, 1998 e Calegare *et al.*, 2002. Esta redução, comentada por Islan *et al.* (1993), citando Dudck *et al.*, se dá devido a alta atividade pós-colheita da enzima ácido ascórbico oxidase. Segundo Gayon (1972) a diminuição dos teores de vitamina C durante a pós-colheita pode ser

devida à menor capacidade dos vegetais em sintetizar esse ácido durante este período. A redução nos valores médios no teor de vitamina C neste experimento chegou a 22,8 mg/100g e são superiores aos citados por Paraskevopoulou-Paroussi e Vassilakakis (1995), 38,79 mg/100g no ponto inicial, e 32,47 mg/100g após 8 dias de armazenamento.

Tabela 18: Variação média do teor de vitamina C (mg/100g de tecido fresco) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8*	10	12*	
Testemunha	44,6 aB	49,4 aA	47,9 aAB	44,8 aB	-	22,1 aC	-	3,57
Vácuo parcial	44,6 aA	45,0 abA	42,6 bA	44,3 aA	-	21,2 aB	-	6,83
5% O₂ / 1% CO₂	44,6 aA	46,5 abA	45,6 abA	45,8 aA	-	21,7 aB	-	8,81
5% O₂ / 3% CO₂	44,6 aB	43,3 abB	45,9 abAB	49,1 aA	-	22,1 aC	-	3,39
5% O₂ / 5% CO₂	44,6 aA	41,7 bA	46,3 abA	45,3 aA	-	22,0 aB	-	5,49
CV%	0,00	5,57	4,09	8,83	-	7,50	-	

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

* Parcela perdida devido a danos causados no armazenamento das amostras.

Em relação à interferência dos diferentes tratamentos nos teores médios de vitamina C, observou-se diferença estatística somente no 2º e 4º dia de avaliação, quando os frutos do tratamento testemunha obtiveram os maiores teores, sendo que no 6º e 10º dia de avaliação não foi detectada diferença estatística significativa. Esses resultados concordam com Holcroft e Kader (1999), que relacionam o armazenamento em altas concentrações de CO₂ com a diminuição de ácidos orgânicos.

A avaliação realizada no 10º dia de avaliação pós-colheita sugere que o tratamento a vácuo foi o que apresentou frutos com o menor teor de vitamina C. Esse dado, segundo Silva (2002) pode ser utilizado como prerrogativa na escolha do tratamento mais adequado para a conservação pós-colheita dos frutos, já que de acordo com Cereda *et al.* (1984), os tratamentos que conseguem reduzir a degradação de vitamina C são os que induzem a conservação dos frutos por maior período de tempo.

8.8 Açúcar redutor e Açúcar total

Os dados dos teores médios de açúcar redutor e total apresentados pelos frutos estão relacionados na Tabela 19 e 20, respectivamente. Pela observação desses resultados pode-se dizer que os frutos de todos os tratamentos mantiveram seus níveis de açúcares durante o início do armazenamento, seguidos de subsequente queda.

Tabela 19: Variação média percentual do teor de açúcar redutor dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	6,89 aA	7,26 aA	6,31 aA	6,47 aA	4,52 aB	4,03 aB	4,03 abB	9,50
Vácuo parcial	6,89 aA	5,47 bB	6,23 aA	6,11 aAB	4,34 aC	4,11 aC	4,40 aC	5,55
5% O₂ / 1% CO₂	6,89 aA	6,04 abA	4,47 bB	6,98 aA	4,64 aB	3,85 aB	4,01 abB	6,75
5% O₂ / 3% CO₂	6,89 aA	5,80 abA	4,41 bB	4,45 bB	4,50 aB	4,01 aB	3,67 bB	9,99
5% O₂ / 5% CO₂	6,89 aA	6,18 abA	3,76 bB	3,90 bB	4,61 aB	4,00 aB	3,71 bB	10,84
CV%	0,00	10,74	8,65	8,61	6,15	10,72	6,19	

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

Tabela 20: Variação média percentual do teor de açúcar total dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	7,08 aA	7,77 aA	6,81 aA	6,88 aA	4,78 aB	4,04 aB	4,08 abB	7,90
Vácuo parcial	7,08 aA	6,75 aA	6,54 aA	6,83 aA	4,44 aB	4,99 aB	4,53 aB	8,14
5% O₂ / 1% CO₂	7,08 aA	6,95 aA	4,83 bB	7,88 aA	4,84 aB	3,94 aB	4,20 abB	6,93
5% O₂ / 3% CO₂	7,08 aA	6,72 aA	4,46 bB	4,46 bB	4,57 aB	4,21 aB	3,73 bB	9,34
5% O₂ / 5% CO₂	7,08 aA	6,37 aA	4,22 bB	4,50 bB	4,64 aAB	4,01 aB	3,77 bB	14,96
CV%	0,00	11,78	9,39	9,08	4,55	24,14	7,07	

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

De acordo com Holcroft e Kader (1999), em experimento com morangos armazenados sob elevadas concentrações de CO₂, os açúcares redutores tendem a decrescer após certo período de armazenamento, enquanto a sacarose apresenta queda constante logo após a colheita dos frutos. Entretanto, Chitarra e Chitarra (1990), relatam que os frutos não climatéricos apresentam pequenas modificações no conteúdo de açúcares durante o armazenamento. Porém, no caso do morango, apesar de ser uma fruta não climatérica,

apresenta alta taxa de respiração, o que pode estar relacionado à diminuição de açúcares durante o armazenamento, neste experimento.

Em relação aos diferentes tratamentos, observa-se que ao 12º dia de armazenamento, os frutos do tratamento a vácuo se apresentavam com os maiores índices tanto para açúcar redutor, quanto para açúcar total. Este dado pressupõe que os frutos armazenados sob elevada concentração de CO₂ tem seu metabolismo reduzido, acarretando numa maior concentração de açúcares ao final do experimento.

Neste experimento não foi verificada diferença no comportamento entre os açúcares redutores e açúcares totais. Este fato sugere que ora o comportamento dos açúcares é semelhante durante o armazenamento, ora as concentrações dos açúcares redutores tendem a ser maior do que a concentração de sacarose. Analisando as duas Tabelas (19 e 20) supõe-se que a concentração de sacarose durante o armazenamento era mínima, já que a diferença entre concentrações de açúcares redutores e totais foi demasiadamente pequena. Segundo Forney e Breen (1986) a concentração de sacarose, glicose e frutose são semelhantes até que a fruta se torne totalmente vermelha, mas depois disso a diminuição na concentração de sacarose ocorre mais rapidamente do que a glicose ou a frutose.

Levando-se em consideração a diminuição acentuada dos valores encontrados para os açúcares, tanto redutores, como totais, neste experimento, e o leve decréscimo dos ácidos orgânicos, sugere-se que as constituições dos sólidos solúveis totais são formadas por elementos não detectados neste experimento.

8.9 Firmeza

Na Tabela 21, pode-se avaliar a variação média da firmeza dos frutos submetidos às diferentes atmosferas modificadas. De acordo com Santos (1999), a firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância, especialmente para as cultivares destinadas à produção de fruto para consumo *in natura*, pois além de permitirem melhor manuseio e transporte, possibilitam a conservação das qualidades organolépticas por mais tempo.

Tabela 21: Variação média da firmeza (gf/cm^3) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Testemunha	52,3 aB	82,7 aAB	102,4 abA	83,3 abAB	98,7 aAB	87,4 aAB	122,5 aA	18,77
Vácuo parcial	52,3 aC	58,8 abBC	128,0 aA	93,2 aAB	101,5 aA	97,7 aA	109,8 aA	13,90
5% O₂ / 1% CO₂	52,3 aA	55,2 bA	66,7 bA	65,3 bA	90,7 aA	82,7 aA	88,7 aA	29,61
5% O₂ / 3% CO₂	52,3 aC	59,4 abBC	89,9 abAB	68,5 bABC	77,9 aABC	77,5 aABC	103,4 aA	17,72
5% O₂ / 5% CO₂	52,3 aC	61,9 abBC	88,9 abAB	63,2 bBC	69,9 aBC	70,9 aBC	107,2 aA	14,73
CV%	0,00	15,19	18,88	10,14	17,26	14,86	26,11	

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

Os resultados obtidos indicam relação positiva entre o conteúdo de CO₂ e a firmeza da polpa dos morangos, de maneira que em todos os tratamentos houve acréscimo nos valores de firmeza durante os dias de armazenamento, correspondendo em média 2 vezes a firmeza inicial. Apesar de não ter sido realizada análise da composição de gases dentro das embalagens, é sabido que, no decorrer do período de armazenamento de morangos em atmosfera modificada, há acúmulo de CO₂, com queda na concentração de O₂ (KAYS, 1991; NUNES *et al.*, 1998; VAN DER STEEN *et al.*, 2002).

As mudanças nos valores da firmeza das frutas ocorreram de forma semelhante nos diferentes tratamentos. Do dia inicial ao 4º dia ocorreu aumento na firmeza das frutas de todos os tratamentos, seguido, no 6º dia, de decréscimo, no 8º dia pequeno aumento, no 10º dia diminuição, e no 12º dia aumento substancial em seus valores. Embora as mudanças fossem semelhantes em todos os tratamentos, houve diferenças em relação ao dia de maior pico nos valores de textura, sendo que para as frutas armazenadas a vácuo se deu no 4º dia, enquanto as demais no 8º e 12º dia.

Alguns estudos realizados com morango concordam com os dados encontrados neste experimento, quando a fruta, ao ser armazenada em altas concentrações de CO₂, mantém sua firmeza por maior período de tempo, podendo, ainda, adquirir efeito residual (HARRIS e HARVEY, 1973; PLOCHARSKI *et al.*, 1978; MITCHELL, 1992). Li e Kader (1989) observaram que morangos armazenados por até 4 dias em 20% de CO₂, mantiveram sua firmeza por maior período de tempo do que as frutas tratadas durante 2 dias.

Larsen e Watkins (1995) decreveram que a firmeza de morangos armazenados a 0°C, durante 12 dias, em atmosfera contendo 20% de CO₂, foi aumentada em 0,23 N em relação aos frutos armazenados em atmosfera normal. Os autores descreveram ainda que mesmo após a transferência das frutas tratadas com CO₂ para ambiente natural, durante 9 dias, não houve mudança na sua firmeza, evidenciando o efeito residual do CO₂ (Li e Kader, 1989).

Do mesmo modo, Harker *et al.* (2000), em experimento com morangos armazenados em elevadas concentrações de CO₂, relatou aumento na firmeza das frutas, sendo esta maior quando maior a porcentagem de CO₂. O mesmo autor indica que esse aumento de firmeza é irreversível e ocorre devido a aumento na força entre as células. Holcroft e Kader (1999) relataram que atmosfera com alta concentração de CO₂ foi eficiente no controle e retenção da textura de morangos armazenados durante 10 dias às 5°C, enquanto que as frutas armazenadas em ar amoleceram consideravelmente nas mesmas condições.

Os possíveis mecanismos que levam ao aumento da firmeza dos morangos armazenados em altas concentrações de CO₂ foram descritos por vários autores, e são baseados em mudanças no pH do apoplasto. Tratamentos com CO₂ ora causam aumento nos valores de pH do apoplasto (IRVING e HONNOR, 1994; HOLCROFT e KADER, 1999), ora diminuição (SIRIPHANICH e KADER, 1986; LANGE e KADER, 1997). Contudo, segundo Lucas (1979) e Bown (1985), sabe-se que durante a solubilização do CO₂ são liberados H⁺ e HCO₃⁻, que proporcionam mudanças no pH do apoplasto.

Comparado com outras frutas, morangos contêm níveis altos de pectina solúvel (REDGWELL *et al.*, 1997) e estas são influenciadas tanto pela diminuição como pelo aumento do pH do apoplasto. A acidificação pode mascarar a carga negativa do grupo carboxil, que é responsável pela repulsão em torno das moléculas pécticas (SHOMER *et al.*, 1991), assim como induzir a geleificação das pectinas solúveis (SUGGETT, 1975). Já o aumento de pH favorece a presença de Ca²⁺, em detrimento do H⁺, promovendo a união dos polímeros de pectina (DEMARTY *et al.*, 1984), o que parece ter ocorrido neste experimento, já que ocorreu aumento de pH durante o armazenamento das frutas.

Segundo Chitarra e Chitarra (1990) a utilização de elevados níveis de CO₂ no armazenamento de frutas e hortaliças inibe a degradação de substâncias pécticas, possibilitando a retenção de uma textura firme no produto, por longos períodos.

8.10 Análise sensorial

Na Tabela 22 podem-se perceber os efeitos do armazenamento sob atmosfera modificada no sabor, textura e aroma dos morangos. Observando os valores atribuídos aos frutos pelo seu sabor, pode-se observar a queda constante de seus valores em todos os tratamentos durante o período de conservação. Entretanto, ao 12º dia de avaliação nota-se que os frutos armazenados a vácuo e a 5% de CO₂ obtiveram as menores notas na escala hedônica. Este resultado sugere que as frutas armazenadas em maiores concentrações de CO₂ apresentaram mudanças importantes em seu sabor, acarretando em perda de qualidade.

Tabela 22: Variação média da análise sensorial (sabor, textura e aroma) dos morangos armazenados em atmosfera modificada nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Dias de Armazenamento							CV (%)
	0	2	4	6	8	10	12	
Sabor								
Testemunha	9,40 aA	8,86 aAB	7,10 aCD	7,50 aBCD	8,70 aAB	7,83 aBC	6,22 aD	14,61
Vácuo parcial	9,40 aA	7,89 aABC	7,50 aAB	5,90 abBC	7,50 aAB	4,67 bCD	3,44 abD	27,10
5% O ₂ / 1% CO ₂	9,40 aA	8,86 aAB	7,10 aABC	7,90 aAB	6,50 aBC	6,50 aBC	5,44 abC	24,23
5% O ₂ / 3% CO ₂	9,40 aA	8,57 aAB	7,50 aABC	6,30 abC	6,50 aBC	6,83 aBC	6,33 aC	21,28
5% O ₂ / 5% CO ₂	9,40 aA	7,86 aAB	7,40 aAB	4,90 bCD	6,70 aBC	5,83 bBC	3,33 bD	27,17
CV%	0,00	16,15	22,23	25,88	24,36	19,10	23,98	
Textura								
Testemunha	9,8 aA	9,00 aAB	8,10 aABC	7,80 aBC	8,70 aABC	8,50 aABC	7,00 aC	15,61
Vácuo parcial	9,8 aA	8,00 aAB	8,00 aAB	7,50 aB	8,40 aAB	8,00 aAB	4,67 bC	17,20
5% O ₂ / 1% CO ₂	9,8 aA	9,00 aAB	8,60 aAB	8,50 aAB	7,20 abBC	8,33 aAB	5,44 aC	17,88
5% O ₂ / 3% CO ₂	9,8 aA	8,71 aAB	8,20 aABC	7,50 aBCD	6,40 bCD	8,67 aAB	6,33 aD	17,55
5% O ₂ / 5% CO ₂	9,8 aA	9,15 aAB	8,30 aABC	7,00 aCD	7,50 abBC	7,67 aBC	5,22 aD	18,39
CV%	0,00	12,54	17,45	17,09	18,20	15,65	23,41	
Aroma								
Testemunha	9,2 aA	7,71 aABC	8,40 aAB	7,60 aABC	8,00 aABC	6,67 aBC	6,22 aC	19,47
Vácuo parcial	9,2 aA	7,57 aABC	8,10 aAB	6,70 aBC	6,50 aBC	5,50 aC	5,00 aC	23,26
5% O ₂ / 1% CO ₂	9,2 aA	7,86 aABC	8,10 aAB	8,10 aAB	7,10 aBC	5,83 aCD	5,44 aD	20,96
5% O ₂ / 3% CO ₂	9,2 aA	7,86 aAB	8,00 aAB	7,10 aABC	6,60 aBC	5,33 aC	5,89 aBC	23,32
5% O ₂ / 5% CO ₂	9,2 aA	8,00 aAB	8,00 aAB	6,90 aBC	6,60 aBC	7,33 aABC	5,67 aC	21,65
CV%	0,00	19,42	15,16	21,40	25,18	22,31	26,81	

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

Vários autores mencionam a presença de sabores e odores estranhos quando frutas e vegetais são armazenados em altas concentrações de CO₂ (BROWN *et al.*, 1984; KE *et al.*, 1991; SHAMALAIA *et al.*, 1992). Segundo Chitarra e Chitarra (1990) nas condições de armazenamento com baixas concentrações de O₂, ocorre à respiração anaeróbia, onde o ácido pirúvico, produzido pela via glicolítica, parece não sofrer o processo de oxidação, mas sim, descarboxilação, levando a formação de acetaldeído, CO₂, e finalmente, etanol. A este processo dá-se o nome de fermentação, que produz modificações no sabor e no aroma das frutas e hortaliças. Para Kader (1992) a respiração anaeróbia de frutas ocorre quando estas são armazenadas em ambiente com concentrações de O₂ abaixo de 10% e de CO₂ acima de 5%.

Estes resultados concordam com os apresentados por Van der Steen *et al.* (2002), onde estes determinaram que morangos armazenados em ambiente com elevada concentração de CO₂ apresentaram sabor estranho aos 5 dias de armazenagem. Para Knee e Aggarwal (2000) o armazenamento a vácuo proporciona mais efeitos adversos do que benefícios para o morango armazenado, pois apesar do aumento na manutenção da firmeza, acarreta prejuízos sensoriais.

O segundo parâmetro avaliado na análise sensorial foi à textura. Os dados obtidos mostram que houve queda nas notas da análise sensorial da textura dos frutos de todos os tratamentos estudados, informação concordante com Flores-Cantillano (1999) e Silva (2002).

Entre os tratamentos detectou-se diferença estatística a partir do 8º dia de avaliação, sendo que no 12º dia de avaliação as frutas do tratamento a vácuo obtiveram as menores notas. Apesar de não haver diferença estatística entre os demais tratamentos, no 12º dia de avaliação, as frutas do tratamento testemunha e as armazenadas com 3% de CO₂ tenderam a apresentar as maiores notas em relação à textura.

Levando-se em consideração as determinações dos valores de firmeza realizadas neste experimento, sabe-se que com o decorrer do período de armazenamento ocorreu aumento na firmeza das frutas, ocasionado pela alta concentração de CO₂ (HARRIS e HARVEY, 1973; PLOCHARSKI *et al.*, 1978; LI e KADER, 1989; MITCHELL, 1992). Entretanto, através das notas da avaliação sensorial para textura, observou-se queda constante durante o período de armazenamento, sugerindo, portanto, que as características da textura

analisadas pelos provadores não levaram somente a dureza/firmeza em consideração. Em relação a este experimento a textura do morango, no decorrer do armazenamento, foi considerada encharcada/aquosa, sugerindo, portanto, diminuição na qualidade sensorial da fruta.

O aroma dos frutos, terceiro parâmetro que compõe a análise sensorial realizada, apresentou-se estatisticamente semelhante em todos os frutos dos tratamentos testados, indicando com isso que as diferentes atmosferas de armazenamento não tiveram efeito sobre ele. Entretanto, observa-se através dos dados da análise de aroma o mesmo padrão da análise de sabor, sendo que as frutas do tratamento testemunha apresentaram, no 12º dia de avaliação, as maiores notas. Segundo Ryall e Lipton (1972) sob nível muito baixo de O_2 e/ou alto de CO_2 , ocorre a presença de aromas não característicos a fruta, devido ao acúmulo de acetaldeído ou álcool etílico.

Observando os valores atribuídos aos frutos pelo seu aroma, pode-se observar a queda constante em todos os tratamentos durante o período de conservação. Estes resultados concordam com os citados por Bleinroth (1986) onde salienta que, após 6 dias sob refrigeração entre 0 e 4 °C, pode ocorrer redução acentuada nas propriedades de aroma. Entretanto, Cia (2002) não acusou a presença de odor estranho em caqui armazenado sob atmosfera modificada, não indicando qualquer perda de qualidade resultante da modificação da atmosfera.

9. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado os resultados obtidos permitem concluir que as frutas do tratamento testemunha apresentaram maior vida útil, melhor aparência, sabor e aroma, adquirindo, assim melhor conservação pós-colheita. Estes resultados, aliados ao menor custo do tratamento testemunha, tornam viável sua recomendação.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F. B.; TAKEDA, F. Cellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 42, p. 269-75, 1990.

ALONSO, J.; RODRIGUEZ, T.; CANET, W. Effect of calcium pretreatments on the texture of frozen cherries. Role of pectinesterase in the changes in the pectic materials. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 4, p. 1001-1016, 1995.

ANDERSON, J. L.; CAMPBELL, W. F. Calcium transport and ATPase activity in microdomal vesicle fraction from montmorency som cherry fruit. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 398, p. 47-57, 1995.

ANON Strawberries: Fresh & Frozen Storage. Comodity Storage Manual-Refrigeration Research Foundation. Bethesda, MD. 6 p. 1990.

AVIGDORI-AVIDOV, H. Strawberry. In: _____ **Handbook of Fruit Set and Development**. Monselise, S.P. (ed). CRS press, Boca Raton, p. 419-48, 1986.

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

BANGERTH, F.; DILLEY, D. R.; DEWEY, D. H. Effect of postharvest calcium treatment on internal breakdown and respiration of apple fruits. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 97, n. 5, p. 679-82, 1972.

BATERMAN, D. F.; LUMSDEN, R. D. Relation of calcium content and nature of the pectic substances in bean hypocotyls of different ages to susceptibility to an isolate of *Rhizoctonia solani*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 55, p. 734-38, 1965.

BATTEY, N. H. Calcium deficiency disorders of fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 1990.

BEM-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified atmosphere packaging. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 7, p. 811-813, 1992.

BERBARI, S. A. G.; NOGUEIRA, J. N.; PASSOS, F. A. Determinações das características físicas, químicas e organolépticas de novas variedades de morango para congelamento. **Boletim BCTA**, v. 28, n. 1, p. 18-24, 1994.

BERGAMASCHI, M. et al. Indagine sulle caratteristiche qualitative di cultivar e selezioni di fragola. **Rivista Frutticoltura**, Bologna, v. 58, n. 6, p. 67-72, 1996.

BIAGGIONI, L. H. M. **Estudo da translocação de macronutrientes através do cordão estolonífero em mudas de morangueiro (*Fragaria spp*)**. 1989. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1989.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**, New York, v. 10, p. 293-354, 1960.

BICALHO, U. O. et al. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagens de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 136-46, 2000.

BITENCOURT, A.L. et al. Aplicação pós-colheita de CaCl_2 em morango (*Fragaria ananassa* Duch. Cv. Sequóia): avaliação da qualidade e da vida útil dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 5. 1995, Lavras. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1995.

BLEINROTH, E. W. Armazenamento de frutas e hortaliças. I. Fundamentos teóricos da conservação pelo frio de frutas e hortaliças. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, p. 35-67, 1973.

BLEINROTH, E. W. Colheita, embalagem e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1. 1986, Cabreúva. **Anais...** Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1986. p. 89-103.

BLEINROTH, E. W. Condições de armazenamento e sua operação. In: BLEINROTH, E. W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. 2. ed. Campinas: ITAL. 1992. Cap. 14, p. 155-73.

BOTELHO, R. V. **Efeito do tratamento pós-colheita com cálcio na ocorrência de antracnose (*Colletotrichum glosporioides* Penz) e no amadurecimento de goiabas (*Psidium guajava* L.) 'Branca de Kumagai'**. 1996. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

BOTELHO, R. V.; SOUZA, N. L.; PERES, N. A. R. Qualidade pós-colheita de goiabas 'Branca de Kumagai', tratadas com cloreto de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 1, 2002.

BOWN, A. W. CO₂ and intracellular pH. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 8, p. 459-65, 1985.

BRACKMANN, A. et al. Armazenamento de morangos cv. Oso Grande (*Fragaria Ananassa* L.) sob elevadas pressões parciais de CO₂. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 10-14, 2001.

BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; LORD, W. J. The influence of mineral nutrition on quality and storage performance of pome fruits grown in North America. **Acta Horticulturae**, n. 92, p. 29-39, 1980.

BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; WEIS, S. A. Comparisons of calcium chloride, calcium phosphate, and a calcium chelate as foliar sprays for 'MacIntosh' apple trees. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 110, n. 6, p. 786-9, 1985.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwin Hyman, 1990. 193 p.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y a vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220 p.

BROWN, K. K.; GEESON, J. D.; DENNIS, C. The effects of harvest date and CO₂ enriched storage atmospheres on the storage and shelf-life of strawberries. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v. 59, p. 197-204, 1984.

CALEGARO, J. J.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, 2002.

CAMARGO, L. S. Instruções para a cultura do morangueiro. **Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n. 29, p. 1-16, 1964.

CANTWELL, M. Postharvest handling system minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (ed.) **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 2 ed. Univ. California, Division of Horticulture and Natural Resources. Davis Pub., 1992. p. 227-281.

CASTELLANE, P. D. Nutrição e adubação da cultura do morango (*Fragaria spp*). SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1. 1986, Cabreúva. **Anais...** Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1986, p. 22-42.

CASTELLANE, P. D. Nutrição e adubação da cultura do morangueiro. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 261-79.

CEREDA, E. et al. Conservação e armazenamento do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). III - variações no teor de ácido ascórbico. **Turrialba**, Coronado, v. 34, n. 4, p. 517-23, 1984.

CHEOUR, F. et al. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n. 5, p. 789-92, 1990.

CHEOUR, F. et al. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl₂. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 9, p. 1186-8, 1991.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL: FAEPE, 1990. 320 p.

CIA, P. **Efeito da atmosfera modificada no controle de podridões pós-colheita e na qualidade de caqui cv. Fuyu**. 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

COLELLI, G.; MARTELLI, S. Beneficial effects on the application of CO₂ enriched atmospheres on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa* duch.). **Advances Horticulture Science**, v. 9, p. 55-60, 1995.

COLLINS, J. K.; PERKINS-VEAZIE, P. Postharvest changes in strawberry fruit stored under simulated retail display conditions. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v. 16, p. 133-43, 1993.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E. The effect of postharvest infiltration of calcium, magnesium, or strontium on decay, firmness, respiration, and ethylene production in apples. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, n. 3, p. 300-303, 1987.

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

CRUZ, P. C. A situação da cultura do morangueiro no estado de São Paulo. In: DUARTE FILHO, E. et al. (Ed.). **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p. 187-204.

D'AUZAC, J. Le calcium: un messenger dans la réponse des plantes aux stimuli. **Plantations recherche développement**, Paris, v. 1, p. 22-27, 1994.

DEMARTY, M.; MORVAN, C.; THELLIER, M. Calcium and the cell wall. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 7, p. 441-48, 1984.

DIAS, M. S. C. Doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 69-74, 1999.

ECKERT, J. W.; RATNAYAKE, M. Host-pathogen interactions in postharvest diseases. In: LIEBERMAN, M. (ed.). **Postharvest Physiology and Crops Preservation**, New York, p.52-68, 1983.

EL KAZZAZ, M. K.; SOMMER, N. F.; FORTLAGE, R. J. Effects of different atmospheres on postharvest decay and quality of fresh strawberries. **Phytopathology**. St. Paul, v. 73, p. 282-285, 1983.

FAO. Faostat database query. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 03 jun. 2004.

FAUST, M.; SHEAR, C. B. The effect of calcium on respiration of apples. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 97, n. 4, p. 437-39, 1972.

FLORES-CANTILLANO, F. **Estudio del efecto de las atmósferas modificadas durante el almacenamiento y comercialización de algunas frutas e hortalizas**. 1998. 276 f. Tesis Doctoral - Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España. 1998.

FLORES-CANTILLANO, F. R. Fisiologia pós-colheita e armazenamento de morangos. In: DUARTE FILHO, E. et al. (Ed.) **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p. 187-204.

FORNEY, C. F.; BREEN, P. J. Sugar content and uptake in the strawberry fruit. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, p. 241-47, 1986.

FRENKEL, C.; PATTERSON, M. E. Effect of carbon dioxide on activity of succinic dehydrogenase in 'Bartlett' pears during cold storage. **HortScience**, Alexandria, v. 8, p. 395-96, 1973.

GALLETTA, G.J.; HIMELRICK, D.G. (Eds.) **Small fruit crop management**. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 602 p.

GAMA, F. S. N. et al. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá-amarelo armazenado em condições de refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 305-10, 1991.

GARCIA, J. M.; AGUILERA, C.; ALBI, M. A. Postharvest heat treatment on spanish strawberry (*Fragaria x ananassa* Cv. Tudla). **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 43, p. 1489-92, 1995.

GARCIA, J. M.; HERRERA, S.; MORILLA, A. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 1, p. 30-33, 1996.

GAYON, P. R. Plant Phenolics. Oliver and Boyd, Edingurg, 1972.

GIANNONI, J. A. **Efeito da radiação gama e do cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca armazenada sob refrigeração**. 2000. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

GIL, M. I.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 45, p. 1662-67, 1997.

GLENN, G. M.; POOVAIAIH, B. W. Calcium-mediated postharvest changes in texture and cells wall structure and composition in ‘Golden Delicious’ apples. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n. 6, p. 962-8, 1990.

GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N.; POOVAIAIH, B. W. Effect os calcium cell wall structure protein phosphorylation and protein profile in senescing apples. **Plant cell physiology**, Kyoto, v. 29, n. 4, p. 565-72, 1988.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1987. 467 p.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D.; BOTELHO, L. Avaliação do potencial de armazenamento do limão ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka) com a utilização de baixas temperaturas e aplicação de cálcio: I alterações físico-químicas e qualitativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 2, p. 175-91, 1996.

GROPPO, G. A.; TESSARIOLI NETO, J.; BLANCO, M. C. S. G. **A cultura do morangueiro**. 2 ed. Campinas: CATI, 1997. 27 p. (Boletim técnico, 201).

GUICHARD, E. et al. Influence de la concentration en dioxyde de carbone sur la qualité aromatique des fraises après entreposage. **Sciences des aliments**, Paris, v. 12, p. 83-100, 1992.

GUTIERREZ, L. E. et al. Carboidratos solúveis em frutos. II. Goiaba branca, goiaba vermelha, melancia, mamão, abacate, caqui, maracujá e moranguinho. **O Solo**, Piracicaba, n. 1, p. 17-10, 1976.

HANDERGURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist, and nursery stocks**. USDA, 1986. 130 p. (Agriculture Handbook, 66).

HARKER, R. F. et al. Physical and mechanical changes in strawberries after high carbon dioxide treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, p. 139-46, 2000.

HARRIS, C. M.; HARVEY, J. M. Quality and decay of California strawberries stored in CO₂ enriched atmospheres. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 57, p. 44-46, 1973.

HERTOG, M. L. A. T. M. et al. Predicting keeping quality of strawberries (cv. 'Elsanta') packed under modified atmospheres: an integrated model approach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 1-12, 1999.

HOLLAND, N. **Conservação pós-colheita de pêssgo (cv. Biut): interação entre cálcio e temperatura**. 1993. 166 f., Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Controlled atmosphere induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, p. 19-32, 1999.

HUBER, D. J. Strawberry fruit softening: the potential roles of polyuronides and hemiceluloses. **Journal of Food Science**, Chicago, v.49, n.5, p.1310-1315, 1984.

HULME, A.C. **The biochemistry of fruit and their products**. London: Academic Press, 1971.v.2, 780p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabelas de composição química dos alimentos**. 2^a ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1981. 210p.

IRVING, D. E.; HONNOR, L. Carnations: effects of high concentrations of carbon dioxide on flower physiology and longevity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 4, n. 281-27, 1994.

ISLAN, M. N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. **Food Chemistry**, Linton Road Barking, v. 48, p. 75-8, 1993.

JOHN, M. A.; DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall. **Advances in Food Research**, Orlando, v. 30, p. 139-93, 1986.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 299 p.

KADER, A. A. Respiration. Syllabus of the postharvest physiology and handling of horticultural commodities course. University of California, Davis, CA, U.S.A., 19 p., 1979.

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

KADER, A.A.; ZAGORY, D. KERBEL, E.L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. West Palm Beach, v. 28, n. 1, p. 1-30, 1989.

KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology and strawberry. In: **Strawberry into the 21st century**. DALE, A.; LUBY, J. J. (ed). Timber Press, Portland, Oregon, v. 29, p. 145-52, 1991.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2 ed. Oakland: Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, 1992. 296 p.

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

KE, D. et al. Effects of short-term exposure to low O₂ and high CO₂ atmospheres on quality attributes of strawberries. **Journal Food Science**, Chicago, v. 56, p. 50-54, 1991.

KE, D. et al. Anaerobic metabolism of strawberries under elevated CO₂ and reduced O₂ atmospheres. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 343, p. 93-99, 1993.

KLUGE, R.A. et al. **Distúrbios Fisiológicos em Frutos**. Piracicaba: FEALQ, 2001. 58 p.

KNEE, M.; AGGARWAL, D. Evaluation of vacuum containers for consumer storage of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, p. 55-60, 2000.

KNEE, M.; SARGENT, J.A.; OSBORNE, D.J. Cell wall metabolism in developing strawberry fruits. **Journal Experimental Botany**, Londres, v.28, n.103, p.377-396, 1977.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: TWIGG, B.A. Quality control for the food industry. Westport, Avi, 1973. v. 2, p. 157-227.

LAING, W. A.; BROWSE, J. A dynamic model for photosynthesis by aquatic plant *Egeria densa*. **Plant cell and environment**, Oxford, v. 8, p. 639-49, 1985.

LANGE, D. L.; KADER, A. A. elevated carbon dioxide exposure alters intracellular pH and energy charge in avocado fruit tissue. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, p. 253-57, 1997.

LARSEN, M.; WATKINS, C. B. Firmness and aroma composition of strawberries following short-term high carbon dioxide treatments. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 2, p. 303-305, 1995.

LAU, O. L.; MAHERIUK, M.; OLSEN, K. L. Effects of 'rapid CA', high CO₂, and CaCl₂ treatments on storage behavior of 'Golden Delicious' apples. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, p. 230-33, 1983.

LAVEE, S.; NIR, G. Grape. In: MONSELISE, S. P. **CRC Handbook of fruit set and development**. Boca Raton: CRC Press, 1986. p. 167-191.

LI, C.; KADER, A. A. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. **Journal American Horticultural Science**, Mount, v. 1144, n. 4, p. 629-634. 1989.

LIMA, L. C. O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 80-3, 1999.

LIMA, M. A. C. et al. Conservação pós-colheita da uva Itália submetida à aplicação de cálcio. I. Perda de massa, alterações físico químicas e teores de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 576-84, 2000.

LIZANA, L.A. Factores fisiológicos relacionados com el deterioro de frutas y hortalizas despues de cosechadas. In: PRIMER SIMPOSIO SOBRE MANEJO, CALIDAD, COSECHA Y PÓS-COSECHA DE FRUTAS Y HOSTALIZAS, 9. 1975, Santiago. **Publicaciones Misceláneas Agrícolas...** Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Agronomia, 1975. p. 6-19

LUCAS, W. J. Alkaline band formation in *Chara corallina* due to OH⁻ efflux or H⁺ influx. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 63, p. 248-54, 1979.

LUCCAS, S. Morango – um negócio saboroso. **Guia Rural**, São Paulo, v. 3, n. 82, p. 4-6, mar. 1989.

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

MANGAS, J. J. et al. Changes in pectic fractions during ripening of cider apples. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 4, p. 328-30, 1992.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MANIKEN, K. K.; SÖDERLING, E. A quantitative study of mannitol, sorbitol, xilitol and xilose in wild berries and commercial fruits. **Journal Food Science**, Chicago, v. 45, p. 367-71, 1980.

MANNING, K. Soft fruits. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 347-77.

MASSON, D. T.; JARVIS, W. R. Postharvest ripening of strawberries. **Horticultural Research**, Bangkok, v. 10, p. 125-32, 1970.

MEDLICOTT, A. P. **Mango fruit ripening and the effects of maturity, temperature and gases**. 1985. 195 f. PhD Thesis - The Polytechnic, Wolverhampton (CNAA), England, 1985.

MELO NETO, M. L. **Uso de protetores e refrigeração na conservação da manga (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer**. 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

MEZZALIRA, H. Morango: com dedicação, boas perspectivas. **Balde Branco**, São Paulo, v. 21, n. 256, p. 19-21, fev. 1986.

MITCHELL F. G. Postharvest handling system: samll fruits (table grapes, strawberries, kiwi-fruit). In: KADER, A. A. (ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2 ed. Univ. of California Publ. p. 223-231. 1992.

MISZCZAK, A.; FORNEY, C. F.; PRANGE, R. K. Development of aroma volaties and color during postharvest ripening of ‘Kent’ strawberry. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 4, p. 650-55, 1995.

MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Modified atmosphere packaging of vegetables: na appraisal. **Journal of Food Science and Techology**, Mysore, v. 31, n. 4, p. 267-78, 1994.

MONTERO, T. M. et al. Quality attributes of strawberry during ripening. **Science Horticultural**, Amsterdan, v. 65, p. 239-50, 1996.

MOOTOO, A. Effect post-harvest calcium chloride dips on ripening changes in Julie mangoes. **Tropical Science**, Londres, v. 31, p. 243-48, 1991.

MORANGO. **AGRIANUAL**: Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo, p. 439-442, 2000.

MORRIS, L. L. Postharvest biology of modified atmospheres - horticultural aspects. Syllabus of the Postharvest Physiology and Handling of Horticultural Commodities Course. University of California, Davis, CA, U.S.A., 7 p., 1979.

MOTA, W. F. et al. Influencia do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jabuticabas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6. 1997, Belém. **Resumos...** Belém: SBFV, 1997, p. 247.

MOTA, W. F. et al. Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jabuticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 1, 2002.

NELSON, K. E. Transpiration from fresh fruits and vegetables. Syllabus of the postharvest physiology and handling of horticultural commodities course. University of California, Davis, CA, U.S.A., 13 p., 1979.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, p. 136-175, 1944.

NEVES, L. C. et al. Aplicação de cloreto de cálcio na conservação pós-colheita do caqui var. ushida (*Diospyros kaki* L.), armazenando sob refrigeração. **Revista Científica Rural**, Jaboticabal, v. 5, n. 2, p. 96-103, 2000.

NUNES, M. C. N. et al. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 17-28, 1995.

NUNES, M. C. N. et al. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1033-36, 1998.

OCHEI, C. O.; BASIOUNY, F. M.; WOODS, F. M. Calcium-mediated postharvest changes in storageability and fruit quality of peaches. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Delan, v. 106, p. 266-69, 1993.

PALIYATH, G.; POOVAIAH, B. W.; MUNSKE, G. R. et al. Membrane fluidity in senescing apples: Effects of temperature and calcium. **Plant Cell and Physiology**, Oxford, v. 25, p. 1083, 1984.

PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. The AVI Publ. Co., Westport, 560 p., 1975.

PARASKEVOPOULOU-PARAUSI, G.; VASSILAKAKIS, M. Effects of temperature, duration of cold storage and packing on postharvest quality of strawberry fruit. **Acta Horticulture**, Wageningen, n. 379, p. 337-44, 1995.

PASSOS, F. A. Desenvolvimento de cultivares de morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1. 1986, Cabreúva. **Anais...** Campinas: CATI, 1986. p.1-14.

PAZINATO, B. C. **Que delícia é tempo de morango**. Campinas. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, 1999. (Apostila). 14 p.

PENTEADO, S. R. **Uso de atmosfera modificada e embalagens ativas, na conservação do figo ‘Roxo de Valinhos’ (*Ficus carica* L.)**. 1998. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PLOCHARSKI, W.; LANGE, E.; LENARTOWICZ, W. Strawberries - Quality of fruits, their storage life and suitability for processing. **Fruit Science Report**, Skierniewice, v. 5, p. 47-55, 1978.

PLOCHARSKI, W. Strawberry - quality of fruits, their storage life and suitability for processing. **Fruit Science Report**, Skierniewice, v. 13, n. 1, p. 7-18, 1986.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 3, p. 347-51, 1985.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 86-89, 1986.

POOVAIAH, B. W. Molecular and cellular aspects of calcium actions in plants. **HortScience**, Alexandria, v. 23, n. 2, p. 267-71, 1988.

REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. **A cultura do morangueiro**. 3. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 44 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 46).

REDGWELL, R. J.; HARKER, R. In vivo and in vitro swelling of cell walls during fruit ripening. **Planta**, v. 203, p. 162-73, 1997.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. EMATER – Paraná, p. 183-202, 1998.

RYALL, A. L.; LIPTON, W. J. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables**. V.1, Vegetables and melons. The AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT, 473 p., 1972.

SAFTNER, R. A.; CONWAY, W. S. Effects of postharvest calcium and fruit coating treatments on postharvest life, quality maintenance and fruit-surface injury in ‘Golden Delicious’ apples. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, p. 294-98, 1998.

SAMS, C. E.; CONWAY, W. S. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble pectin content, and quality of Golden Delicious. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, p. 53-7, 1984.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 24-9, 1999.

SAMS, C. E. et al. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 5, p. 623-7, 1993.

SANZ, C. et al. Quality of strawberry packed with perforated polypropylene. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, n. 4, 1999.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. et al. **Embalagens com atmosfera modificada**. Campinas: ITAL, 1996. 114 p.

SCALON, S. P. Q. **Qualidade do morango: efeito do CaCl_2 sobre a parede celular e níveis residuais de benomil**. 1996. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

SCALON, S. P. Q. et al. Conservação de morangos (*Fragaria ananassa* Duch) cv. Sequóia em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 431-36, 1996.

SCOTT, K. J.; WILLS, R. B. H. Vacuum infiltration of calcium chloride: a method for reducing bitter pit and senescent of apples during storage at ambient temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 12, 1977.

SHAMALAIA, M. et al. Quality attributes of strawberry cultivars grow in british columbia. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 3, p. 696-700, 1992.

SHAMALAIA, M.; POWRIE, W. D; SKURA, B. J. Sensory evaluation of strawberry fruit stores under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. **Journal Food Science**, Chicago, v. 57, p. 1168-1176, 1992.

SHAW, D. V. Response to selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acids contents in strawberries. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n. 5, p. 839-43, 1990.

SHEAR, C. B. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 10, n. 4, p. 361-65, 1975.

SHOMER, I. FRENKEL, H.; POLINGER, C. The existence of a diffuse electric double layer at cellulose fibril surfaces and its role in the swelling mechanism of parenchyma plant cell walls. **Carbohydrate Polymers**, Linton Road Barking, v. 16, p. 199-210, 1991.

SIGRIST, J. M. M. Transpiração. In: BLEINROTH, E.W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1992. p. 27-32.

SIGRIST, J. M. M. Transformações bioquímicas. In: BLEINROTH, E.W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1992. p. 33-40.

SILVA, A. P. da. **Métodos de aplicação de cloreto de cálcio pós-colheita na conservação do maracujá-doce**. 1999. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SILVA, A. P. da. **Qualidade e conservação pós-colheita do morango, tratado com cloreto de cálcio de pré-colheita**. 2002. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

SILVA, A. P.; VIEITES, R. L. Aplicação de ceras comerciais para a redução da perda de peso e manutenção da firmeza de morangos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 319-20, 2000.

SINGH, B. P.; GUPTA, O. P.; CHAUHAN, K. S. Effect of pre-harvest calcium nitrate spray on peach on the storage life of fruits. **Indian Journal Agriculture Science**, New Delhi, v. 52, n. 4, p. 235-9, 1982.

SIRIPHANICH, J.; KADER, A. A. Changes in cytoplasmic and vascular pH in harvest lettuce tissue as influenced by CO₃. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, p. 73-77, 1986.

SMITH, R. B. Controlled atmospheres storage of 'Redcoat' strawberry fruit. **Journal of the American Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 2, p. 260-264, 1992.

SMITH, R. B.; SKOG, L. J. Postharvest carbon dioxide treatment enhances firmness of several cultivars of strawberry. **HortScience**. Alexandria, v. 27, n. 5, p. 420-421, 1992.

SMITH, S.; GEESON, J.; SROW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 772-776, 1987.

SOMMER, J. F. et al. Reduction of postharvest losses of Strawberry fruits from gray mold. **Journal American Society and Horticultural Science**. Alexandria, v. 98, p. 285-288, 1973.

SOUZA, A. L. B. et al. Post-harvest application of CaCl_2 in strawberry fruits (*Fragaria ananassa* cv Sequóia): evaluation of fruit quality and post-harvest life. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 842-49, 1999.

SOUZA, J. P. et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 24, n. 3, p. 665-668, 2002.

SPAGNOL, W. A.; SIGRIST, J. M. M. Pré-resfriamento. In: BLEINROTH, E.W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. 2.ed. Campinas: ITAL. 1992. Cap.14, p. 15-73.

STOW, J. Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. **Postharvest Biology and technology**, Amsterdam, v. 3, p. 1-9, 1993.

SUGGETT, A. Polysaccharides. In: FRANKS, F. (ed.), Water: a comprehensive Treatise vol 4, Aqueous solutions of Amphiphiles and Macromolecules. Plenum: New York, p. 519-567, 1975.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 385-89, 1963.

TINGWA, P. O.; YOUNG, R. E. The effect of calcium on the ripening of avocado (*Persea americana* Mill.) fruits. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 99, p. 540-42, 1974.

TIRMAZI, S. I. H.; WILLS, R. B. H. Retardation of ripening of mangoes by postharvest application of calcium. **Tropical Agriculture**, Londres, v. 58, n. 2, p. 137-41, 1981

TOBIAS, R. B. et al. Cell wall composition of calcium-treated apples inoculated with *Botrytis cinerea*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 35-39, 1993.

TRESSLER, D. J.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetable juice processing**. Westport: Connecticut AVI, 1961. 1028 p.

ULRICH, R. Organic Acids. In: The biochemistry of fruits and their products (Ed. A.C. Hulme). v. 1, p. 89-118, 1970.

VAN DER STEEN, C.; JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F. Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 49-58, 2002.

WATKINS, C. B. et al. The action of lecithin and calcium dips in the control of bitter pit in apple fruit. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.107, p. 262-65, 1982.

WOODWARD, J. R. Physical and chemical changes in developing strawberry fruits.

Journal of the Science of Food and Agriculture, Linton Road Barking, v. 23, p. 465-73, 1972.

YAMASHITA, F. et al. Embalagem individual de mangas cv. Tommy Atkins em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 2, p. 288-92, 2001.

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Ann. Ver. Plant Physiol.**, v. 35, p. 155-89, 1984.

YUEN, C. M. C. Calcium and fruit storage potential. CHAMP, B. R.; HIGHLEY; JOHNSON, G. I. (ed). **Procedings of an international conference**. Chiang Mai, n. 50, p. 218-227,

APÊNDICE

TABELA DE ANÁLISE SENSORIAL

Avaliação Sensorial de Morangos

Nome: _____ Data: __/__/__

Por favor, prove cada amostra e marque a nota correspondente para cada atributo abaixo relacionado:

SABOR

AMOSTRA	10-9 (ÓTIMO)	8-7 (BOM)	6-5 (MODERADO)	4-3 (RUIM)	2-1 (PÉSSIMO)

TEXTURA

AMOSTRA	10-9 (ÓTIMO)	8-7 (BOM)	6-5 (MODERADO)	4-3 (RUIM)	2-1 (PÉSSIMO)

AROMA

AMOSTRA	10-9 (ÓTIMO)	8-7 (BOM)	6-5 (MODERADO)	4-3 (RUIM)	2-1 (PÉSSIMO)