

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE  
DO SUL - CAMPUS BENTO GONÇALVES

MIQUELI TEREZINHA SCHENATO

**COBERTURAS COMESTÍVEIS À BASE DE QUITOSANA, CÁLCIO E  
ÁCIDOS GRAXOS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
MORANGOS.**

**Bento Gonçalves  
2010**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE  
DO SUL - CAMPUS BENTO GONÇALVES

MIQUELI TEREZINHA SCHENATO

**COBERTURAS COMESTÍVEIS À BASE DE QUITOSANA, CÁLCIO E  
ÁCIDOS GRAXOS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
MORANGOS.**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de  
Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal do Rio  
Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves como parte  
dos requisitos para conclusão do curso.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Cristina Simões da Costa

Co-orientador (a): Dr<sup>a</sup> Lucimara Rogéria Antonioli

Bento Gonçalves  
2010

MIQUELI TEREZINHA SCHENATO

**COBERTURAS COMESTÍVEIS À BASE DE QUITOSANA, CÁLCIO E  
ÁCIDOS GRAXOS NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
MORANGOS.**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de  
Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal do Rio  
Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves como parte  
dos requisitos para conclusão do curso.

Aprovada em: ...../...../.....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Msc. Evandro Ficagna  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlice S. Bonacina  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, IFRS

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Anildo Schenato e Nelsi Maria Schenato por acreditarem num futuro melhor para suas filhas e por confiarem em meus sonhos.

Aos professores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Bento Gonçalves pela dedicação em formar e delegar conhecimento aos universitários da instituição. Em especial à professora Cristina Simões da Costa que mais do que orientadora, mostrou-se uma amiga.

À doutora Lucimara Rogéria Antonioli, pela oportunidade em estagiar no setor de pós-colheita da instituição Embrapa Uva e Vinho de Bento Gonçalves.

E aos colegas de laboratório Josiane, Joiceane, Laís, Wanderson e Rosane pelo carinho e paciência comigo, fica minha eterna admiração.

## RESUMO

Coberturas comestíveis à base de quitosana adicionada de cálcio, ácido oléico e ácido esteárico, foram analisadas a fim de verificar sua viabilidade na manutenção da qualidade pós-colheita de morangos durante armazenamento refrigerado. No dia seguinte à colheita, morangos cv. Aromas foram selecionados quanto à maturação e presença de danos, e higienizados utilizando-se hipoclorito (10 ppm), estes receberam as coberturas: quitosana + cloreto de cálcio (QC); quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico (QCAO); quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico (QCAE). Duas horas após a aplicação da cobertura, os morangos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, envoltos em filme de PVC esticável e armazenados durante 10 dias, sob temperatura de  $0 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ . Os frutos foram analisados no terceiro e décimo dia de armazenamento através da avaliação da podridão fúngica e dos atributos firmeza, pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e cor. Um teste de aceitação foi realizado para avaliar a percepção dos frutos cobertos pelos consumidores. A podridão fúngica foi significativamente reduzida pelo emprego da cobertura QC. A firmeza, as coordenadas de cor ( $L^*$ , croma e ângulo hue) e o conteúdo de sólidos solúveis não apresentaram variação significativa ao longo do armazenamento, não se verificando diferença entre os tratamentos. O pH dos tratamentos QCAO e QCAE manteve-se constante, enquanto que nos frutos controle e cobertos com QC foram verificados um decréscimo. A acidez titulável dos tratamentos QC e QCAO mostraram-se significativamente inferior no terceiro dia de análise. Frutos que receberam as coberturas QC e QCAE tiveram igual aceitação que os frutos não tratados. Os frutos do tratamento QCAO foram rejeitados pelos provadores, por apresentarem aparência oleosa e sabor residual desagradável. A aplicação pós-colheita de coberturas à base de quitosana e cálcio em morangos é uma alternativa viável para a manutenção da qualidade durante o armazenamento refrigerado através do controle da podridão fúngica. A incorporação de ácidos graxos na cobertura não proporcionou ganho adicional de qualidade dos frutos.

**Palavras-chaves:** película, vida útil, ácido esteárico, ácido oléico.

## ABSTRACT

The ability of chitosan based edible coating added of calcium, oleic acid and stearic acid to maintain postharvest quality of strawberry during refrigerated storage were evaluated. The day after postharvest, cv. Aromas strawberries were select according to maturation state and absence of damage, and hygienized using hypochlorite (10ppm). Fruits were covered with the following coatings: chitosan + calcium chloride (QC); chitosan + calcium chloride + oleic acid (QCAO), and chitosan + calcium chloride + stearic acid (QCAE). Two hours after coating application, strawberries were packed in polystyrene bowls, covered with PVC films and stored for ten days at  $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$  and HR of  $75 \pm 5\%$ . Fruit were evaluated on third and tenth days by means fungal decay, firmness, pH, titrable acidity, soluble solids content, color. An acceptability test was employed to evaluated consumer's perception of coated fruit. Fungal decay was significantly reduced by the application of QC coating. Firmness, color coordinates ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ) and soluble content didn't change through storage or between treatments. Fruits coated with QCAO and QCAE didn't showed pH variation, while control and QC coated fruits showed a decrease in pH. Titrable acidity of QC and QCAO treatments was significantly smaller than the acidity of the other fruits on third day of storage. There was no difference on acceptability of fruits non coated or coated QC or QCAE. Strawberries coated with QCAO were reject by judges due to oleos appearance and disagreeable off flavor. Postharvest application of coatings based on chitosan added of calcium is viable alternative to maintain strawberry quality during refrigerated storage through fungal decay control. The addition of fat acid on coating didn't promoted any additional effect on quality maintenance.

**Keywords:** pellicule, shelf life, stearic acid, oleic acid

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenada de cor L\* de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão). ....44

Tabela 2. Coordenada de cor a\* de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão). ....45

Tabela 3. Coordenada de cor b\* de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão). ....45

Tabela 4. Coordenada de cor C\* de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão). ....46

Tabela 5. pH de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCO= quitosana + cloreto de cálcio +Acido Oléico; QCE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio + erro padrão).....48

Tabela 6. Sólidos solúveis de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCO= quitosana + cloreto de cálcio +Acido Oléico; QCE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio + erro padrão).....49

Tabela 7. Acidez de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCO= quitosana + cloreto de cálcio +Ácido Oléico; QCE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado ( $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  UR). (valor médio + erro padrão)..... 50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frutos a serem selecionados quanto o à homogeneidade de maturação e ausência de danos.....	36
Figura 2. Imersão dos frutos em solução de cobertura.....	37
Figura 3. Acondicionamento dos frutos para armazenamento. ....	38
Figura 4. Fruto apresentando desenvolvimento micelial.....	38
Figura 5. Colorímetro utilizado para determinação das coordenadas de cor dos frutos.....	39
Figura 6. Penetrômetro digital de bancada ( <i>TR, Itali.</i> ) empregada para avaliar a firmeza dos frutos.....	40
Figura 7. Suco extraído das repetições de cada tratamento.....	40
Figura 8. Cabine individualizada com amostras de cada tratamento apresentadas aleatoriamente.....	41
Figura 9. Podridão fúngica (%) das amostras de morango ‘Aromas’: controle (CO), cobertas com solução de quitosana + cloreto de cálcio (QC), solução de quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico e de quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico (QCAE) no décimo dia de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR). Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística entre os tratamentos .....	42
Figura 10. Firmeza (N) de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR) Letras minúsculas diferentes, em um mesmo dia de armazenamento, significam diferença estatística entre os tratamentos,	

enquanto que letras maiúsculas diferentes em um mesmo tratamento, significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.....47

Figura 11. Aparência oleosa dos frutos cobertos com QCAO. ....51

Figura 12. Aceitabilidade de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (  $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  UR) (valores médios). Letras minúsculas diferentes, em um mesmo dia de armazenamento, significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em um mesmo tratamento, significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento. ....51

## SUMÁRIO

LISTA DE APÊNDICES .....	12
INTRODUÇÃO.....	13
INTRODUÇÃO.....	13
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
1.1 Histórico .....	15
1.2 Produtores.....	15
2. MORANGO .....	17
2.1 Composição .....	17
2.2 Botânica e Fisiologia .....	18
2.2.1 Respiração .....	19
2.2.2 Senescência.....	19
2.2.3 Transpiração .....	19
2.3 Características das Cultivares.....	20
3. PÓS-COLHEITA .....	22
3.2 Seleção.....	23
3.3 Classificação.....	24
3.4 Embalagem .....	24
3.5 Armazenamento.....	24
3.6 Comercialização .....	25
4. PERDAS PÓS-COLHEITA .....	26
4.1 Perdas Patológicas .....	26
4.2 Perdas por Danos Mecânicos.....	26
5. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA .....	28
5.1 Pré-resfriamento .....	28
5.3 Atmosfera controlada .....	29
5.4 Atmosfera modificada .....	29
6. COBERTURA COMESTÍVEL.....	31
6.1 Cobertura à Base de Quitosana.....	32
7. INCORPORAÇÃO DE ADITIVOS .....	34
7.1. Cloreto de cálcio.....	34

7.2 Ácidos Graxos .....	34
8. MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
8.1 Morangos.....	36
8.2 Preparo das soluções de cobertura.....	36
8.4 Avaliações .....	38
8.4.1 Podridão Fúngica.....	38
8.4.2 Cor .....	39
8.4.3 Firmeza .....	39
8.4.4 pH, sólidos totais e acidez titulável.....	40
8.4.5 Teste de Aceitabilidade .....	41
8.4.8 Análise Estatística .....	41
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
9.1 Podridão fúngica.....	42
9.2 Cor .....	43
9.3 Firmeza .....	46
9.4 pH .....	47
9.5 Sólidos solúveis.....	48
9.6 Acidez titulável.....	49
9.7 Teste de Aceitabilidade .....	50
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A - Ficha empregada no teste de aceitabilidade dos frutos. ....	58
--	----

## INTRODUÇÃO

Os frutos desempenham importante papel em nossa alimentação. São fontes naturais de nutrientes, vitaminas e sais minerais, além de fornecerem fibras e outros nutrientes que contribuem para a prevenção de doenças. Ciente disso, o consumidor vem aumentando a procura por alimentos mais frescos, nutritivos e seguros.

O morango é o fruto de maior destaque entre os pequenos frutos, com produção mundial de 3,1 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2008). No entanto, o morango é um fruto altamente perecível, sendo susceptível a danos mecânicos, a desidratação, decadência fisiológica, podridão fúngica e distúrbios durante o armazenamento. Essas alterações causam redução na qualidade global do fruto, diminuindo sua aceitação e limitando sua vida útil. A refrigeração é a principal forma de conservação empregada não obstante o período de conservação do morango é muito curto, limitando sua comercialização. Uma alternativa para auxiliar no controle das alterações pós-colheita de morangos é o emprego de coberturas comestíveis.

A aplicação de filmes e coberturas comestíveis vem alcançando espaço nas novas tecnologias alimentícias devido à demanda por alimentos de alta qualidade. Os filmes e coberturas possuem a função de inibir ou reduzir o desenvolvimento microbiano e também atuam no controle da migração de umidade, gases e aromas, uma vez que promovem barreiras semipermeáveis. Ao mesmo tempo, permitem a incorporação de substâncias funcionais em sua matriz a fim de aumentar sua funcionalidade, atuando como uma embalagem ativa, permitindo liberação gradual das substâncias durante o armazenamento do fruto, o que proporciona um aumento de sua qualidade, estabilidade e segurança, e possibilita a manutenção das propriedades mecânicas e sensoriais dos produtos.

Coberturas de diferentes naturezas vêm sendo aplicadas, a fim de prolongar a vida útil de frutos frescos. As mais utilizadas são polissacarídeos (quitosana, amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato e carragena), proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten) e lipídeos (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácidos graxos). Os filmes e coberturas à base de proteínas e polissacarídeos possuem excelentes propriedades mecânicas, óticas e sensoriais, proporcionam boas propriedades à formação de coberturas e boa barreira a gases, porém são sensíveis à umidade apresentando alto coeficiente de permeabilidade ao vapor da água. Opostamente, os lipídeos oferecem

excelente barreira à umidade, no entanto apresentam problemas relativos à estabilidade oxidativa, sabor residual, além de aparência opaca e baixa flexibilidade. Devido às vantagens e limitações de cada categoria, estudos envolvendo a combinação de dois ou mais componentes têm sido desenvolvidos para melhoramento das propriedades das coberturas.

A quitosana, um polímero abundantemente extraído da casca de crustáceos e algas marinhas apresenta baixo custo de aquisição e excelentes propriedades de formação de filmes, barreira a gases e controle microbiano proporcionando amplo potencial para a aplicação na forma de coberturas.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver aplicar e avaliar o efeito de cobertura comestível a base de quitosana combinada com cloreto de cálcio, ácido oléico e ácido esteárico, na manutenção da qualidade pós-colheita de morangos armazenados sob refrigeração (0 °C).

# 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 Histórico

O morango é um pseudofruto pertencente à família das rosáceas. Teve origem na Europa, porém, foi nas Américas que este fruto alcançou seu merecido prestígio e passou a integrar os mais variados cardápios. Altamente adaptável ao clima frio, é um fruto de sabor levemente ácido, suculento e carnosos (RONQUE, 1998).

Acredita-se que espécies selvagens de morangueiros existiam há 50 milhões de anos, porém o morangueiro só passou a ser utilizado a partir do século XIV d.C como planta ornamental em jardins e com fins medicinais. Durante o processo de colonização das Américas, a cultura do morangueiro chegou juntamente com os colonizadores europeus (RONQUE, 1998).

As cultivares hoje conhecidas foram inicialmente obtidas do cruzamento entre as espécies *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana*, originárias do continente americano e europeu respectivamente (SILVA, DIAS e MARO, 2007).

## 1.2 Produtores

Os países que mais se destacam na produção do morangueiro são: Estados Unidos (750 mil toneladas), Espanha (270 mil toneladas), Japão (193 mil toneladas), Polônia (165 mil toneladas) e a Itália (130 mil toneladas). O México, o Canadá e o Chile também contribuem, porém com produções menores (CANTILLANO, 2003). A produção mundial de morangos é de 3,1 milhões de toneladas por ano, e a brasileira chega a 40.000 toneladas, sendo a grande maioria destinada ao consumo in-natura (CENCI, 2008).

A produção brasileira é considerada familiar, pois só uma pequena área da propriedade é cultivada (RONQUE, 1998; CENCI, 2008; CANTILLANO, 2003). Assim, a cultura do morango possui grande importância econômica e social, por se tratar de uma exploração que agrega mão-de-obra familiar, caracterizando-se como excelente fonte de renda para pequenas propriedades (SANTOS et al., 2007).

O morango, considerado um fruto de clima temperado, mostrou-se bastante adaptável ao cultivo no Rio grande do Sul, primeiro produtor deste fruto. São Paulo foi o segundo estado a implantar a cultura tingindo um grande desenvolvimento e assim ampliando suas lavouras (RONQUE, 1998). Além dos estados do RS e SP (que juntos produzem 49,12% da produção nacional), a cultura do morangueiro é cultivada em Minas gerais (maior produtor nacional, contribuindo com 33,16% do total produzido), Paraná, Santa Catarina, Distrito Federal e Goiás (CANTILLANO, 2003).

Segundo Cantillano (2003), o Rio Grande do Sul, terceiro pólo produtor, concentra a produção em três regiões:

- Região do Vale do Rio Caí, que abrange os municípios de Feliz, Bom Principio, São Sebastião do Caí, Linha Nova, São João do Hortêncio;
- Região Sul do RS, da qual fazem parte Pelotas principal produtor do estado, os municípios de Turuçu, São Lourenço do Sul e Canguçu;
- Região da Serra, com destaque para os municípios de Farroupilha, Caxias, Flores da Cunha e Bento Gonçalves.

## **2. MORANGO**

### **2.1 Composição**

O morango contém em sua composição uma expressiva quantidade de vitamina C, além de substâncias essenciais como o potássio, sódio e o cloro, e em menor quantidade o ferro e a vitamina B5 (Niacina) (RONQUE, 1998).

A alta concentração em vitamina C e compostos fenólicos, em especial as antocianinas, responsáveis pela coloração vermelha do morango têm trazido destaque ao morango na área da saúde. As antocianinas pertencem à classe dos flavonóides, os quais apresentam a capacidade de sequestrar radicais livres (BORDIGNON, 2008), esses radicais atacam lipídios, carboidratos, proteínas, enzimas e DNA, causando oxidações e alterações, que levam as lesões celulares (QUINATO, 2007), esses sequestrantes evitam as lesões e assim previnem doenças degenerativas.

Dentre as vitaminas, podem-se citar ácido ascórbico, riboflavina e tiamina, todas hidrossolúveis. Essas vitaminas quando expostas a agentes como a temperatura, umidade, luz, oxigênio, atividade enzimática interna, acidez, estado de maturação dos frutos, tendem a uma diminuição em sua concentração, ou a sua total redução (RONQUE, 1998).

Os açúcares são os principais compostos solúveis em frutos maduros de morango, sendo que glicose, frutose e sacarose representando 99% do conteúdo total de açúcar, havendo predominância dos primeiros sobre a sacarose (CORDENUNSI et al., 2002).

O ácido cítrico contribui com 92% e o málico com 8% da acidez do fruto (CORDENUNSI et al., 2002). Estes ácidos apresentam influência direta sobre o flavor, às propriedades de geleificação da pectina e a síntese de pigmentos, além de atuar no controle do pH celular (CANTILLANO et al., 2003).

O morango apresenta certa quantidade de matéria aromática que atuam nos nervos do olfato e do gosto aumentando o apetite. Além de estimular o apetite, o morango facilita a digestão, aumenta a resistência às infecções, tem ação anticancerígena e é excelente para o fígado devido ao elevado teor de açúcares naturais (QUINATO, 2007).

Rico em pectina e outras fibras solúveis, o morango auxilia na redução do colesterol (QUINATO, 2007).

O morango possui uma grande porcentagem de água, cerca de 88,9% de seu peso total, o que o torna altamente perecível (RONQUE, 1998).

## **2.2 Botânica e Fisiologia**

A planta do morangueiro é rasteira, ou seja, tem a capacidade de formar pequenas touceiras e assim cobrir o canteiro (RONQUE, 1998).

O fruto do morangueiro, comumente conhecido como morango, é na verdade um pseudofruto constituído por um receptáculo floral hipertrofiado, doce, carnoso e succulento, de tamanhos e contornos regulares e uniformes, polpa firme, de coloração vermelha, com ótimo sabor e aroma, rico em materiais de reserva, onde se prendem os verdadeiros frutos, chamados aquênios. Estes são diminutos, amarelos ou avermelhados, duros e superficiais, contendo uma única semente. O cálice permanece verde mesmo após a colheita (RONQUE, 1998).

Altamente adaptáveis em varias condições ecológicas devido às inúmeras cultivares e seus híbridos, os morangueiros são considerados plantas de crescimento rápido, porem possuem exigências quanto ao solo e a condições climáticas para um bom desenvolvimento (RONQUE, 1998).

Em regiões mais quentes a produção do morangueiro inicia-se mais tardiamente, quando o preço deste já declinou, acarretando, além disso, um menor período de produção e frutos de qualidade inferior. É indicado que se realize a rotação de cultura, para que o solo não se esgote com a cultivar do morangueiro, visando dessa maneira a benefícios com a exploração e diminuição dos riscos de doenças. É recomendado, portanto, que a cultura do morangueiro só volte à área cultivada no ano anterior após três anos, porém, na prática sabe-se que isso nem sempre é possível, sendo indicado o tratamento do solo, com a aplicação de nutrientes necessários à cultura (RONQUE, 1998).

Com o cultivo do morangueiro por mais de um ano, consegue-se uma produção mais precoce, porem com frutos bons apenas na primeira florada, as seguintes produzem frutos menores e de qualidade inferior (RONQUE, 1998).

O morango é um fruto que apresenta elevada atividade metabólica, o que acarreta em rápida e natural degradação.

### *2.2.1 Respiração*

Os morangos, durante a vida no campo, e até mesmo após a colheita estão respirando; através desse processo, as células obtêm energia a partir da oxidação de moléculas combustíveis. Na ausência de oxigênio, a respiração aeróbia, se transforma em anaeróbia, com produção de acetaldeído e etanol (MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006).

A taxa respiratória do morango é influenciada pela temperatura do ambiente e pelo estágio de maturação do fruto. A taxa de respiração indica o potencial de armazenamento dos produtos nos quais as mudanças metabólicas são fatores limitantes do tempo de armazenamento. Uma alta taxa de respiração condiz com uma elevada taxa de mudanças metabólicas associadas ao estado do fruto. Uma armazenagem mais prolongada, só é possível quando o fruto apresentar baixa produção de dióxido de carbono, indicando baixo consumo de matéria seca. A composição da atmosfera onde o fruto se encontra, também influencia a taxa respiratória (RONQUE, 1998).

### *2.2.2 Senescência*

Malgarim, Cantillano e Coutinho (2006), descrevem a senescência como um processo de deterioração que termina de forma natural com a vida funcional de um órgão. Afirma também, que no caso do morango, por possuir alta taxa respiratória, sua senescência ocorre de forma rápida, pois o fruto não pode ser abastecido de nutrientes e água como quando estava na planta.

### *2.2.3 Transpiração*

A perda de água influencia quantitativa e qualitativamente sobre os frutos armazenados. Relacionada à quantidade, está a perda de água que reduz o peso final, enquanto

que na perda qualitativa, ocorre o murchamento que tem por consequência a rejeição do produto pelo consumidor (RONQUE, 1998).

Essa perda de água é decorrente da transpiração, que além de levar ao enrugamento, causa ressecamento, amolecimento, acelerando a deterioração (MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006).

A porcentagem máxima de perda de água do morango, em relação ao seu peso inicial é de 6%, a cima dessa o fruto torna-se inaceitável para o consumo. A quantidade de massa perdida durante o armazenado dependerá do tipo, tamanho, composição, estrutura, temperatura do fruto e do ambiente, assim como da velocidade de movimentação do ar (RONQUE, 1998).

O fruto do morangueiro apresenta 89,9% de umidade, e por não possuir membrana protetora que possa dificultar a perda de água, o morango se torna muito susceptível a essa troca com o ambiente (RONQUE, 1998).

## **2.3 Características das Cultivares**

Ronque (1998), ressalta a classificação das cultivares em dias curtos, dias neutros e dias longos é dada segundo a adaptação às condições ambientais e ao fotoperíodo:

- dias curtos: a produção desta se dá em temperaturas mais amenas e fotoperíodo mais curto, portanto, correspondem ao outono e inverno;
- dias neutros: as cultivares são insensíveis ao fotoperíodo, produzindo em qualquer época do ano;
- dias longos: Produção de gemas floríferas no verão, com pouca ou nenhuma emissão de estolhos.

As cultivares utilizadas no Brasil tem comportamento de dias curtos, ou seja, o fotoperíodo e a temperatura devem ser reduzidos, para que estas iniciem a floração e a frutificação (RONQUE, 1998). As cultivares de dias curtos entram em estado de reprodução, ou seja, emissão de estolhos em meses que apresentam temperaturas elevadas e dias longos. Nas culturas utilizadas para fins produtivos, esses devem ser evitados (RONQUE, 1998).

Hoje, as cultivares que ganham destaque em produção são:

- Oso grande: cultivar introduzida da Universidade da Califórnia, EUA, nas condições do Rio Grande do Sul. Planta vigorosa, com folhas grandes e de coloração verde-escura, apresenta tolerância a *Botrytis cinerea*. Sua capacidade produtiva é elevada, com frutos de tamanho grande, epiderme de coloração vermelho-claro, textura da polpa firme no início da produção e sabor sub-ácido, própria para consumo in natura (SANTOS e MEDEIROS, 2003).
- Camarosa: originária da Universidade da Califórnia e introduzida no RS apresenta plantas vigorosas, com folhas grandes e coloração verde-escura. Com produção precoce, alta capacidade de produção, frutos de tamanho grande e uniforme, epiderme e coloração interna vermelho-escura, textura da polpa firme, sabor sub-ácido, própria para consumo de mesa (SANTOS e MEDEIROS, 2003).
- Aromas: cultivar de dia neutro produz frutos de excelente qualidade, firmes e com peso médio dos frutos entre 24 a 26g. De coloração vermelho-escura pode ser comercializada tanto para o mercado de mesa quanto para a indústria (FILHO, ANTUNES e PÁDUA, 2007).

### **3. PÓS-COLHEITA**

O retorno econômico com a exploração da cultura, bem como a qualidade do produto final depende das condições de colheita, classificação e embalagem. Visando a agregar valor, os produtores passaram a realizar esse processo na propriedade, além de contribuir para o aumento da vida de prateleira (RONQUE, 1998).

O morango é considerado um dos frutos mais perecíveis, necessitando, portanto de manuseio cuidadoso durante as etapas de colheita e pós-colheita (ANTONIOLLI et al., 2007). No manejo pós-colheita do morango, algumas práticas são importantes para manter a qualidade depois de colhido, tais como ponto adequado de colheita, manejo cuidadoso e resfriamento rápido do fruto, temperatura e umidade relativa correta sem flutuação durante o armazenamento refrigerado (MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006).

#### **3.1 Colheita**

A colheita do morango é realizada pelo processo manual, pois os frutos são delicados e poucos resistentes devido à alta porcentagem de água e alto metabolismo (ANTUNES, et al., 2007). Por não apresentar após a colheita a intensificação das características sensoriais, o morango é classificado como não-climatérico, motivo pelo qual deve ser colhido no estágio de maturação mais próximo ao ideal para o consumo (ANTONIOLLI et al., 2007). Fruto muito maduro corre o risco de chegar ao mercado em processo de decomposição, e quando colhidos ainda verdes, apresentam alta acidez, adstringência e ausência de perfume e sabor (RONQUE, 1998).

Geralmente, a colheita inicia-se aos 60 dias após o plantio, o qual depende das condições climáticas, solo, método de produção e cultivar, prolongando-se por no máximo seis meses, até que a temperatura se eleve e o fotoperíodo se alongue, determinando o fim do período produtivo (BALBINO, 2004).

Segundo Ronque (1998) a cor é o fator determinante para a colheita. Geralmente é realizada quando 50 a 75% da superfície do fruto apresentar coloração

vermelha. Além do fator cor, a colheita depende do tempo e distância do transporte, da temperatura ambiente, da cultivar e da finalidade do produto (*in natura* ou industrializado).

A colheita deve ser realizada nas horas mais frescas do dia (CENCI, 2008), com os frutos livres de umidade, orvalho, chuva ou irrigação. Morangos coletados em períodos do dia onde as temperaturas apresentam-se mais elevadas, não apresentam boa conservação, chegando muitas vezes ao mercado em condições inadequadas de consumo. O morango, ao ser colhido, deve ser cortado próximo ao pedúnculo, normalmente pela unha, com uma pequena torção e depositado logo em seguida na cesta de colheita. Outra preocupação é quanto ao cálice, o fruto deve ser colhido com este, para que tenha um maior período de vida útil (RONQUE, 1998).

As etapas de classificação, embalagem, armazenamento e transporte deverão ser realizados o mais rápido possível após a colheita, pois o período de espera está diretamente relacionado à qualidade final do produto (ANTONIOLLI et al., 2007).

Ronque (1998) destaca que a classificação, a embalagem e a apresentação do morango são, entre todas as etapas de produção, as que mais influenciam no preço do produto final. Bandejas contendo morangos com grau de maturação e tamanhos diferentes não são aceitos pelos consumidores, os quais buscam um produto mais uniforme possível.

### **3.2 Seleção**

Durante a seleção, os frutos devem ser cuidadosamente manipulados sobre mesas perfeitamente limpas e higienizadas. Os frutos jamais deverão ser despejados sobre as mesas, pois o impacto acarreta em danos mecânicos, colaborando para a entrada de patógenos responsáveis pelo desenvolvimento de podridões e consequentemente, redução da vida útil do produto (ANTONIOLLI et al., 2007). Na seleção há também a remoção de sujidades e de frutos danificados e/ou atacados por fungos (CENCI, 2008).

### **3.3 Classificação**

Na classificação o produto é separado em lotes homogêneos, de acordo com o tamanho e a coloração.

### **3.4 Embalagem**

As embalagens comercialmente utilizadas são cumbucas transparentes de polietileno tereftalato (PET) ou bandejas de poliestireno expandido (isopor) recobertas com filmes de policloreto de vinila (PVC) esticável. Essas bandejas têm capacidade para 250 a 500g de fruto, distribuídos em duas camadas (ANTONIOLLI et al., 2007).

### **3.5 Armazenamento**

A utilização de baixa temperatura durante o armazenamento contribui para o decréscimo da deterioração e quando associada ao resfriamento rápido reduz a taxa metabólica, a perda de massa, o murchamento dos frutos e a desidratação do cálice. Para que o efeito da conservação seja eficiente, a temperatura deve ser mantida entre 0 e 1°C (ANTONIOLLI et al., 2007).

Devido à intensa atividade metabólica e grande susceptibilidade ao ataque de agentes patógenos causadores de podridão, o morango apresenta elevada perecibilidade pós-colheita. A utilização de baixas temperaturas é essencial para o pré-resfriamento, armazenamento, transporte e comercialização dos frutos. Entretanto, sob armazenamento prolongado a redução da temperatura torna-se insuficiente para manter a qualidade, sendo necessário à aplicação de outras técnicas que visem ao prolongamento da vida útil dos frutos (MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006).

### **3.6 Comercialização**

O sistema de comercialização do morango é amplo. Normalmente essas vendas são realizadas no atacado, por intermediários e às vezes, direto a grandes mercados, nas centrais de abastecimento e mercados municipais de grandes centros urbanos ou mesmo para aqueles que vão até a propriedade buscar o produto (RONQUE, 1998).

## **4. PERDAS PÓS-COLHEITA**

Problemas pós-colheita geram grandes prejuízos para o produtor e para o próprio país, elevando drasticamente os níveis de desperdícios. Carência em estruturas de manipulação pós-colheita por parte dos pequenos produtores é um dos fatores que mais elevam esses índices de perdas (RONQUE, 1998).

### **4.1 Perdas Patológicas**

O morango pode ser infectado por diferentes patógenos causadores de doenças, as quais limitam a exploração comercial da cultura quando não devidamente controladas (BALBINO, 2004).

Muitas doenças estão associadas aos frutos em condições de campo e pós-colheita, dentre elas a principal é o mofo-cinza, causada pelo fungo *Botrytis cinerea*. Essa doença se manifesta sobre os frutos na forma de uma massa de micélios de cor cinza sendo disseminada com maior intensidade após períodos de chuvas que antecedem a colheita (BALBINO, 2004).

O fungo *Rhizopus stolonifer* é bastante observado em morangos pós-colheita. Os frutos infectados ficam sem consistência, sendo posteriormente observado o surgimento de micélios com esporângios e esporangiosporos escuros. Essa doença se manifesta principalmente em embalagens que contem frutos muito maduros (BALBINO, 2004). De início, os frutos infectados apresentam alteração na cor acompanhada de podridão mole aquosa, com o escorrimento de suco (DIAS et al., 2007).

### **4.2 Perdas por Danos Mecânicos.**

Os danos mecânicos geralmente ocorrem na colheita, transporte e armazenamento devido ao manuseio inadequado. Os principais sintomas são feridas abertas ou cicatrizadas, e compressão, que na grande maioria só serão percebidas na exibição para a venda (RONQUE,

1998). Esses danos mecânicos aceleram os processos naturais e fisiológicos do fruto (respiração, transpiração e senescência) ocorrendo rápida degradação.

## **5. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA**

Por tratar-se de um produto extremamente perecível, atingindo, conforme a cultivar e as condições ambientais, perdas totais em apenas 48 horas após a colheita, a conservação torna-se um problema, e agrava-se, quando o consumo é distante dos locais de produção (RONQUE, 1998).

A conservação visa a manter a qualidade do fruto por mais tempo, e assim maior ganho nos lucros. Essa técnica é utilizada para preservar as características e não para agregar atributos ao produto. A qualidade final depende das condições em que estes frutos foram produzidos, os tratos culturais, incidência de pragas e doenças no campo, cuidados com a colheita e transporte (RONQUE, 1998).

O pré-resfriamento, a sanitização e a refrigeração do produto, são cruciais na redução de perdas pós-colheita por podridões (CENCI, 2008).

### **5.1 Pré-resfriamento**

Tem por objetivo remover rapidamente dos frutos o calor proveniente do campo. A operação é realizada pela passagem de uma corrente de ar frio forçada sobre os frutos. A temperatura inicial de 25°C cairia então para 5°C após duas horas dessa operação (RONQUE, 1998). Quando realizado de modo adequado, reduz a incidência de doenças e retarda a perda de frescor e qualidade dos frutos, uma vez que inibe o crescimento de microrganismos, restringe as atividades enzimáticas e respiratórias, inibe a perda de água e reduz a produção de etileno pelo produto (SANTOS, et al, 2007).

### **6.2 Refrigeração**

Sob refrigeração o morango pode ser conservado por até cinco dias quando destinado ao consumo *in natura* e sete dias quando industrializado, sem que haja perdas significativas.

Para a eficácia dessa técnica, a temperatura de armazenamento deve permanecer entre 0° e 12°C (SANTOS, et al 2007) e a umidade relativa de 85 a 90%, sendo que à medida que a temperatura aumenta, o tempo de conservação é reduzido (RONQUE, 1998).

Esse método não é recomendado como forma de armazenamento, mas sim como um meio que possibilite a saída do morango da sua zona de produção, e chegada ao centro consumidor nas melhores condições possíveis (RONQUE, 1998).

### **5.3 Atmosfera controlada**

Técnica utilizada que visa a prolongar a duração do morango, tendo por princípio básico o controle artificial das concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> na atmosfera de armazenagem para redução da taxa respiratória do fruto. Esse efeito é alcançado, aumentando a concentração de CO<sub>2</sub> e reduzindo a de O<sub>2</sub> (RONQUE, 1998).

### **5.4 Atmosfera modificada**

Baseia-se no desenvolvimento de uma atmosfera favorável à conservação e que possa ser transportada juntamente com os frutos. Essa atmosfera pode ser obtida pela retenção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado pelo próprio fruto durante a respiração quando este é envolto em embalagem lacrada com filme impermeável. Nessa atmosfera a concentração de CO<sub>2</sub> aumenta e exerce efeito repressivo sob a respiração, reduzindo a quantidade de oxigênio consumido pelo fruto durante a respiração (AZEREDO, FARIA e AZEREDO, 2000). Porém, esse filme impermeável tem efeito somente na perda de peso, não inibindo o desenvolvimento de fungos. Esse artifício é muito utilizado para vendas no varejo (RONQUE, 1998).

A atmosfera modificada pode ser criada por meios, ativos ou passivos. Na modificação passiva, a atmosfera é criada por meio da própria respiração do fruto, dentro da embalagem, até que se atinja um equilíbrio. Na modificação ativa, a atmosfera é criada inflando-se o espaço livre da embalagem com uma solução gasosa pré-determinada, ou pela adição do material, contido em um sachê ou incorporado diretamente à embalagem, capaz de promover alterações na composição gasosa (AZEREDO, FARIA e AZEREDO, 2000).

Os métodos de conservação baseados em atmosfera modificada, com elevados níveis de CO<sub>2</sub>, e o armazenamento em baixas temperaturas são eficazes na redução das perdas pós-colheita. Entretanto, exposições prolongadas do fruto a altas concentrações de CO<sub>2</sub> podem conferir o desenvolvimento de *flavor* não característico ao produto (BHASKARA et al., 2000), ou até mesmo a perda da coloração (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006), já as baixas temperaturas retardam as perdas, porém, sua eficácia vai depender da concentração fúngica presente no fruto (BHASKARA et al., 2000).

O método de aplicação de produtos químicos ainda no campo é eficaz no controle pós-colheita de infecções fúngica, porém a preocupação do consumidor com possíveis resíduos agro químicos vem aumentando, estimulando, desta forma, o estudo de métodos alternativos para a redução de pragas e doenças, contribuindo para a qualidade comercial do morango (BHASKARA et al., 2000; MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006).

Outro ponto que tem estimulando o uso de métodos alternativos e biológicos para o controle de doenças é a crescente restrição ao uso de fungicidas por questões de impacto ambiental (MALGARIM, CANTILLANO e COUTINHO, 2006).

## 6. COBERTURA COMESTÍVEL

O emprego de biofilmes comestíveis com a finalidade de prolongar a conservação de alimentos perecíveis tem sido amplamente relatado (DEBEUFORT et al., 1998; HAN *et al.*, 2005; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005; RIBEIRO et al., 2007). Os biofilmes podem ser de dois tipos: coberturas, quando são aplicados diretamente na superfície dos alimentos, e filmes, que possuem a capacidade de formar estruturas próprias independentes. Ambos podem ser definidos como uma fina camada contínua formada ou depositada no alimento, preparada a partir de materiais biológicos, que age como barreira a elementos externos (umidade, óleos e gases), protegendo o alimento e aumentando a sua vida de prateleira. No caso das coberturas, as formulações devem ser líquidas e capazes de se espalhar uniformemente na superfície do produto. Além disso, depois de secas, elas devem possuir adesividade, coesividade e durabilidade apropriadas para desempenhar a função (KESTER; FENNEMA, 1986).

A aplicação de coberturas comestíveis a fim de proporcionar maior conservação pós-colheita em frutos e legumes vem sendo testada. As coberturas retardam a desidratação, reduzem a taxa respiratória, conservam a textura, auxiliam na retenção de compostos voláteis do sabor e reduzem o crescimento microbiano (HAN, 2005).

As coberturas comestíveis são acrescentadas ao fruto através de imersão, aspersão, fluidização ou por aplicação através de pinceis. Por serem aplicadas diretamente no alimento, tornando-se parte integrante do mesmo, não deverão interferir nas características sensoriais do alimento. Além disso, deverão molhar e espalhar-se uniformemente na superfície do fruto, e após a secagem apresentar adesão, coesão e durabilidade (RIBEIRO, 2005).

As coberturas devem apresentar propriedades organolépticas o mais neutro possível, ou seja, ser incolor, inodoro e insípido, além de melhoramento na aparência da superfície conferindo-lhe mais brilho e redução da viscosidade (GARCÍA, MARTINO e ZARITZKY, 1998).

Coberturas de diferentes naturezas vêm sendo aplicadas, a fim de prolongar a vida útil de frutos frescos. As películas podem ser obtidas de diferentes tipos de materiais, sendo mais utilizados os polissacarídeos, as proteínas e os lipídios (AZEREDO, 2003).

As coberturas à base de polissacarídeos têm aspecto não gorduroso, baixo teor calórico e podem ser utilizados para aumentar o tempo de prateleira dos frutos, pois permitem

a criação de atmosferas modificadas, podendo retardar o amadurecimento dos frutos (RIBEIRO, 2005).

Coberturas a base de amido são amplamente estudadas, pois essa matéria-prima é considerada como fonte renovável, barata, amplamente disponível e de fácil manuseio (GARCIA, MARTINO e ZARITZKY, 1998).

Além das coberturas à base de amido, destacam-se as coberturas compostas por quitosana. Este tipo de cobertura, além de ser considerada barreira eficaz contra gases, apresenta como vantagem ação antifúngica.

## **6.1 Cobertura à Base de Quitosana**

A quitosana, um biopolímero extraído pelo processo químico de desacetilação da quitina, proveniente do exoesqueleto de artrópodes vem se mostrando a alternativa mais eficaz no controle das perdas pós-colheita, por apresentar atividade antifúngica contra uma gama muito grande de fungos (BHASKARA et al., 2000), é também um dos polímeros naturais mais abundantes em organismos vivos, tais como crustáceos, insetos e fungos (RIBEIRO, 2005).

A quitosana foi isolada em 1859 pelo aquecimento da quitina em solução concentrada de hidróxido de potássio, resultando na sua desacetilação (DAMIAN, et al, 2005).

Em solventes orgânicos e básicos, a quitosana é insolúvel. Já em pH inferior a 6,5, forma soluções viscosas. O ácido acético e fórmico são os mais utilizados para a solubilização da quitosana, alguns ácidos inorgânicos diluídos também são utilizados, como o ácido nítrico, clorídrico, perclórico e fosfórico, porem estes necessitam de agitação e aquecimento (DAMIAN, et al, 2005).

Os maiores produtores de quitina e quitosana (Estados Unidos e Japão) têm aumentado nos últimos anos a produção desses polímeros naturais em consequência do aumento da sua utilização nas diferentes aplicações, principalmente na indústria de alimentos, quelação de metais e produção de membranas simétricas para separação de gases (DAMIAN, et al, 2005).

Diante da sua capacidade para formar revestimentos semipermeáveis, a quitosana modifica a atmosfera interna do fruto, reduzindo as perdas por transpiração e minimizando a senescência. Os revestimentos a base de quitosana são fortes, de longa duração, flexíveis e difíceis de rasgar apresentando, ainda, a vantagem de serem comestíveis (RIBEIRO, 2005).

A combinação das propriedades antimicrobianas e gelificantes da quitosana, a torna ideal à produção de coberturas comestíveis para alimentos, além de proporcionar a redução da perda de peso, diminuir a troca de vapor para o ambiente e assim, a prolongar a vida útil de frutos e verduras (FAKHOURI et al, 2007).

A utilização de quitosana na obtenção de coberturas para prolongar o período de conservação de morangos tem sido estudada. Han et al. (2005), após o avaliar a ação de quitosana na qualidade do fruto durante o armazenamento, concluíram que esta é um conservante ideal quando usada como base para cobertura comestível devido a suas propriedades antifúngicas. Park et al. (2005), também relataram que coberturas comestíveis à base de quitosana apresentaram efeito antifúngico contra *Rhizopus* sp. e *Cladosporium* sp. em morangos frescos inoculados. De forma similar, El Ghaouth et al. (1992), em estudo *in vivo*, relataram a observação de sinais de infecção em morangos após cinco dias de armazenamento a 13°C, enquanto que os frutos controle apresentaram sinais de infecção com apenas um dia de armazenamento. Depois de 14 dias de armazenamento, o revestimento de quitosana, na concentração de 15mg. ml<sup>-1</sup>, reduziu a deterioração de morangos em 60%.

Porém a quitosana, ao ser dissolvida em soluções ácidas, pode conferir adstringência e sabor amargo nos frutos. De acordo com Devlieghere et al. (2004), morangos revestidos com quitosana e armazenados por 12 dias a 7°C apresentaram sabor levemente amargo, observado somente no dia zero.

## **7. INCORPORAÇÃO DE ADITIVOS**

As coberturas possibilitam a adição de diversos compostos de modo que estes venham a influenciar as características mecânicas, protetoras, sensoriais e nutritivas do alimento (RIBEIRO, 2005). Uma cobertura adicionada de aditivos ou não deve aumentar a segurança do alimento em relação a contaminações (microbiológicas e químicas) além de acumular funções adicionais, entre as quais podem se destacar: (a) absorção de compostos que favorecem a deterioração, (b) liberação de compostos que aumentam a vida de prateleira, e (c) monitoramento da vida de prateleira (AZEREDO et al., 2000).

Dentre os compostos usualmente empregados destacam-se os agentes de textura, como o cálcio e lipídeos.

### **7.1. Cloreto de cálcio**

O cloreto de cálcio é incorporado ao revestimento quando se deseja melhorar a textura e a cor do alimento (RIBEIRO, 2005), este desempenha importante papel na manutenção e qualidade dos frutos, uma vez que acrescido na parede celular retarda o amolecimento, conferindo firmeza ao fruto (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006).

Camargo et al. (2000) citam o cálcio como fator importante na manutenção da integridade das membranas da parede celular dos frutos. As substâncias pécticas são ligadas inter e intra molecularmente pelo cálcio e são largamente responsáveis pela rigidez dos tecidos, aumentando a estabilidade do complexo e limitando sua vulnerabilidade ao ataque por enzimas pectolíticas. No entanto, embora o  $\text{CaCl}_2$  exerça um efeito benéfico sobre a textura dos frutos, o mesmo pode conferir uma amargura acentuada sobre o produto final (HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2008).

### **7.2 Ácidos Graxos**

Filmes ou coberturas produzidas a partir de polissacarídeos ou proteínas possuem ótimas propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, além de apresentar boa barreira a gases ( $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$ ), porém são sensíveis à umidade apresentando permeabilidade ao vapor d'água. Ao

contrário, as coberturas compostas de lipídeos apresentam boas propriedades de barreira ao vapor d'água devido ao seu caráter hidrofóbico, mas são opacas e pouco flexíveis, podendo apresentar sabor residual em função da instabilidade oxidativa, o que pode influenciar as características sensoriais do alimento (FAKHOURI et al., 2007; AZEREDO, 2003). Devido às vantagens e limitações de cada categoria, estudos envolvendo a combinação de dois ou mais componentes têm sido desenvolvido para melhoramento das coberturas.

Materiais lipídicos vêm sendo adicionados a coberturas à base de proteínas e polissacarídeos com o objetivo melhorar sua barreira à umidade (GARCIA, MARTINO e ZARITZKY, 2000; VARGAS et al, 2006).

Em experimento com quitosana e ácido oléico, Vargas et al. (2006) constataram uma redução significativa na taxa respiratória de morangos cobertos com quitosana e ácido oléico. Além desse efeito, outros puderam ser observados a partir da incorporação do ácido, dentre eles a intensificação do efeito da cobertura sobre a qualidade mecânica e a cor dos morangos, a restrição do desenvolvimento de fungos e o melhoramento da resistência ao vapor d'água.

## **8. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **8.1 Morangos**

Os morangos foram adquiridos num estabelecimento comercial de Bento Gonçalves, na Serra Gaúcha, logo pela manhã, no dia seguinte a sua colheita. Em seguida, foram transportados em temperatura ambiente até o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves, RS). A seleção dos mesmos ocorreu de maneira que apresentasse homogeneidade (figura 1) quanto à cor (3/4 maduro), ausência de danos, de podridões e de contaminação fúngica visível. Os frutos selecionados foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio (10ppm) por aproximadamente um minuto, e em seguida enxaguados por imersão em água destilada.



Figura 1. Frutos a serem selecionados quanto o à homogeneidade de maturação e ausência de danos.

### **8.2 Preparo das soluções de cobertura**

Para o preparo das soluções de cobertura utilizaram-se quitosana comercial, cloreto de cálcio (Synth), ácido láctico (Synth), ácido oléico (Synth) e ácido esteárico (Synth).

O cloreto de cálcio (1% p/v) foi dissolvido em 1,5 L de água destilada levemente acidificada com ácido láctico (1% v/v). Logo após a quitosana (1% p/v) foi adicionada e homogeneizou-se a solução manualmente por aproximadamente 1 minuto. Essa solução foi denominada QC. As demais soluções foram semelhantemente preparadas, realizando-se a

adição do ácido oléico (1% v/v) (solução QCAO) ou esteárico (1% v/v) (solução QCAE) após a adição da quitosana e homogeneizando-se vigorosamente durante 1 minuto.

Com relação ao preparo da solução QCAE, fez-se necessário o aquecimento prévio da água destilada até 80 °C para possibilitar a dissolução e dispersão do ácido esteárico.

### 8.3 Aplicação das Coberturas

Com o auxílio de uma peneira, os morangos já higienizados foram imersos em solução de cobertura por 1 minuto (figura 2), e escorridos por mais 30s antes de serem acondicionados em bandejas de polietileno por duas horas à temperatura de 0°C para que ocorresse a secagem da cobertura.



Figura 2. Imersão dos frutos em solução de cobertura.

Depois de secos, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, na proporção de 15 frutos em cada bandeja (figura 3), e envoltos em filme de policloreto de vinila (PVC) esticável utilizando-se uma termosseladora (Barbi, B500).

As bandejas contendo os frutos permaneceram armazenadas por 10 dias em câmara fria nas condições de temperatura de  $0 \pm 2$  °C e umidade relativa (UR) de  $75 \pm 5\%$ . As avaliações de podridão fúngica, cor, firmeza, conteúdo de sólidos solúveis, pH e acidez titulável foram realizadas nos dias 3 e 10. O teste de aceitabilidade foi aplicado no primeiro e terceiro dia de armazenamento.

Os frutos foram caracterizados no tempo 0 (avaliação inicial), antes da aplicação das coberturas empregando-se as mesmas análises realizadas no terceiro e décimo dias de

armazenamento. A cada dia de análise, foram avaliadas três repetições de cada tratamento, sendo cada repetição composta por três bandejas contendo 15 morangos cada



Figura 3. Acondicionamento dos frutos para armazenamento.

## 8.4 Avaliações

### 8.4.1 Podridão Fúngica

Nos dias referentes à avaliação, foi realizada inspeção visual dos frutos. Os morangos em que foi constatado desenvolvimento de micélio na superfície foram considerados infectados (figura 4). Os resultados foram expressos em porcentagem de frutos infectados.



Figura 4. Fruto apresentando desenvolvimento micelial.

#### 8.4.2 Cor

Para a determinação da cor, utilizou-se um colorímetro (CM508D – Minolta Company, Tóquio, Japão) com diâmetro de janela de 10 mm (figura 5). Cada fruto recebeu duas medições relativas a um giro de 180 graus.

O colorímetro usa sensores que simulam o modo como o olho humano vê a cor, porém com a mesma incidência de luz, para que não haja interferência de percepção. O colorímetro expressa a cor em forma de números o que torna mais fácil a visualização de uma pequena diferença de tom entre duas amostras. Cada um dos elementos tem um valor numérico correspondente a  $L^*$  (luminosidade)  $a^*$  (verde-vermelho)  $b^*$  (azul-amarelo),  $C^*$  (croma: saturação). Quanto maior o valor de luminosidade ( $L^*$ ) mais claro é o fruto, quanto maior o valor de saturação ( $C^*$ ) mais brilhante é o fruto.



Figura 5. Colorímetro utilizado para determinação das coordenadas de cor dos frutos

#### 8.4.3 Firmeza

A análise de firmeza foi realizada utilizando-se penetrômetro digital de bancada (TR, Itália) (Figura 6) com sonda de 8 mm na zona equatorial do fruto, em 15 frutos por repetição, sendo realizadas duas medições por fruto. Os resultados foram expressos em Newtons (N).



Figura 6. Penetrômetro digital de bancada (TR, Itali.) empregada para avaliar a firmeza dos frutos

#### 8.4.4 pH, sólidos totais e acidez titulável.

No suco extraído a partir da homogeneização de 15 frutos por centrifugação (centrífuga juicer Walita, RI1854) (figura 7) foram avaliados, segundo a A.O.A.C. (1995), o pH em pH metro digital (Marconi), o conteúdo total de sólidos solúveis (°Brix) utilizando-se um refratômetro digital PR101 - ATAGO (Atago Company Ltd., Toquio, Japão) e a acidez titulável, pela determinação do volume de solução de NaOH 0,1N necessária para 10mL de suco em 90mL de água destilada até atingirem pH 8,1. Os resultados de acidez titulável foram expressos como percentual de ácido cítrico (%).



Figura 7. Suco extraído das repetições de cada tratamento.

#### 8.4.5 Teste de Aceitabilidade

Foi realizado teste de aceitabilidade das amostras submetidas aos diferentes tratamentos de acordo com a NBR12994 (ABNT, 1993). O teste foi aplicado em duas sessões: no primeiro e terceiro dias de armazenamento refrigerado após a aplicação das coberturas, a fim de determinar se as coberturas conferiam qualquer característica que pudesse influenciar na aceitação do fruto e, quando verificada, se persistia ao terceiro dia de armazenamento. Foi utilizada uma escala estruturada de 7 pontos (1- desgostei muitíssimo; 2- desgostei muito; 3- desgostei; 4- não gostei nem desgostei; 5- gostei; 6- gostei muito; 7- gostei muitíssimo), de acordo com a NBR14141 (ABNT, 1998) (Anexo A). A ordem de apresentação das amostras foi aleatorizada para cada julgador. Participaram das sessões 30 julgadores não treinados, selecionados ao acaso, com idade entre 18 e 60 anos. Cada julgador avaliou um fruto de cada tratamento.



Figura 8. Cabine individualizada com amostras de cada tratamento apresentadas aleatoriamente.

#### 8.4.8 Análise Estatística

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos durante o experimento foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), com o auxílio do software Statística 6.0 (STATSOFT, 2001), e aplicado o teste de Tukey ao nível de 5 % de significância entre as médias.

## 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 9.1 Podridão fúngica

No terceiro dia de armazenamento não verificou-se desenvolvimento fúngico. Ao final do período de armazenamento (décimo dia), observou-se que o tratamento com quitosana e cloreto de cálcio (QC) apresentou a menor incidência de podridão fúngica, quando comparada ao controle (figura 9).

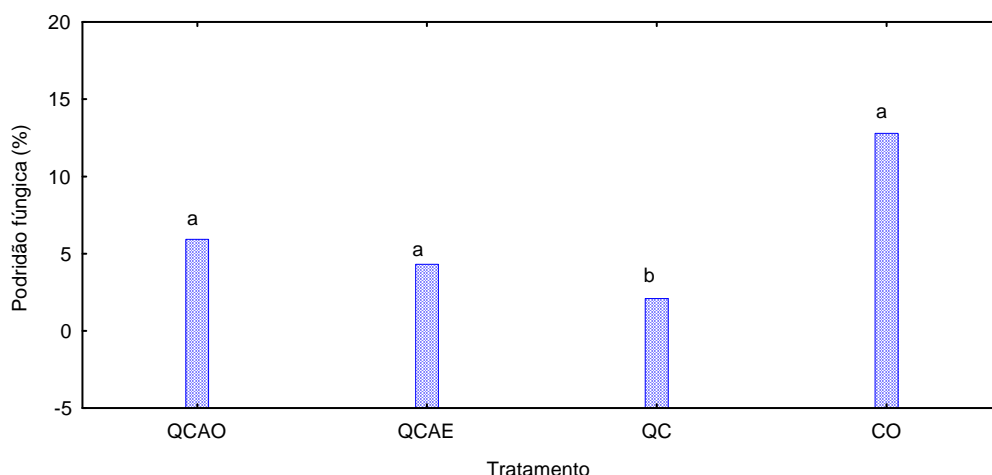


Figura 9. Podridão fúngica (%) das amostras de morango ‘Aromas’: controle (CO), cobertas com solução de quitosana + cloreto de cálcio (QC), solução de quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico e de quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico (QCAE) no décimo dia de armazenamento refrigerado ( $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  UR). Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística entre os tratamentos.

As amostras cobertas com ácidos graxos (QCAO e QCAE) não diferiram em relação ao controle e a QC. De maneira similar, o efeito antifúngico de coberturas à base de quitosana foi relatado por Park et al. (2005) no controle de *Rhizopus* sp. e *Cladosporium* sp. inoculados tanto em morangos frescos quanto em placas de ágar. A ação antimicrobiana da quitosana foi reportada também em outros alimentos. Segundo Sun (2008), fatias de batatas tratadas à base de quitosana, apresentaram redução significativa do diâmetro lesionado pelo inoculo de *Sulphureum fusarium*. Em estudos com tomates, Badawy e Rabea (2009), verificaram a eficácia da quitosana no combate das atividades fúngicas. Liu et al. (2007) também observaram redução significativa das atividades fúngicas em tomates.

A redução da incidência de podridão fúngica através da aplicação de cobertura comestível pode ser atribuída em grande parte à atividade antifúngica da quitosana (PIZZARO, 2009; LIU et al, 2007), outro fator que pode ter contribuído no controle fúngico é o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  e redução do  $\text{O}_2$  contribuindo para a formação de uma atmosfera modificada, reduzindo assim, a incidência de patógenos (PÉREZ e SANZ, 2001). Hernandez-Muñoz et al. (2008), ressaltam a ação do cálcio como um fator antifúngico, uma vez que em contato com o fruto aumenta a estabilidade da lamela média e parede celular, contribuindo para o aumento da resistência à ação das enzimas liberadas pelos fungos. A incorporação do cálcio em coberturas comestíveis e seus respectivos efeitos antifúngicos em morangos puderam ser observados por (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007, CHAIRPRASART, HANDSAWASDI e PIPATTANAWONG, 2006).

## 9.2 Cor

A luminosidade não diferiu significativamente entre os tratamentos cobertos QC, QCAO e QCAE (tabela 1) em nenhum dos períodos avaliados. Esse resultado é similar ao encontrado por Malgarim, Cantillano e Coutinho (2006). Os frutos controle e os cobertos com QC quando avaliados em relação ao tempo apresentaram uma perda de luminosidade do terceiro para o décimo dia de análise. Hernandez-Muñoz et al. (2006), também observaram um decréscimo no valor  $L^*$  durante seu experimento com coberturas à base de quitosana e  $\text{CaCl}_2$ , relatando que a adição do cloreto não acrescentou estabilidade à luminosidade do fruto. Já o valor  $L^*$  dos tratamentos QCAO e QCAE não variou em relação ao terceiro e décimo dias de avaliação demonstrando a viabilidade da aplicação de coberturas na manutenção da luminosidade. A maior retenção da firmeza nos frutos cobertos, e, portanto, maior integridade da superfície do fruto, pode ter colaborado para a manutenção da luminosidade das amostras durante o armazenamento.

Ao término do armazenamento, todos os tratamentos apresentaram ligeiro decréscimo no valor  $L^*$ , igualmente, Vargas et al (2006) relataram pequena redução da luminosidade de frutos acrescidos de cobertura, embora essa redução só tenha sido significativa para as coberturas de quitosana adicionadas de ácido oléico, atribuindo a perda da luminosidade à desidratação das amostras. Opostamente, Ribeiro et al (2007) relataram a conservação do

valor  $L^*$  em frutos não cobertos, cobertos com quitosana e com quitosana mais cloreto de cálcio perante um armazenamento refrigerado de seis dias.

Tabela 1. Coordenada de cor  $L^*$  de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado ( $0 + 2^\circ\text{C}$ ,  $75 + 5\% \text{ UR}$ ). (valor médio  $\pm$  erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	$L^*$			
<b>Dia 0</b>	$31,62 \pm 0,72^B$			
<b>Dia 3</b>	$35,73 \pm 0,63^{aA}$	$33,84 \pm 0,21^{abA}$	$34,5 \pm 0,61^{abA}$	$33,35 \pm 0,98^{bA}$
<b>Dia 10</b>	$33,34 \pm 0,58^{aAB}$	$31,39 \pm 0,82^{aB}$	$31,22 \pm 1,74^{aA}$	$31,77 \pm 0,45^{aA}$

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições compostas de 15 frutos.

<sup>b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.

A coordenada  $a^*$  apresentou redução significativa, ainda que pequena ao longo do armazenamento apenas nas amostras sem cobertura e nas amostras cobertas com a solução QCAE. Não foi observada diferença significativa entre as amostras cobertas e não cobertas, bem como, entre as coberturas, durante todo o período de armazenamento (Tabela 2). Comportamento semelhante foi relatado por Del-Valle et al. (2005) que não observaram diferenças entre os valores de  $a^*$  de frutos não cobertos e com cobertura. A redução do valor  $a^*$  durante o armazenamento pode ser atribuída ao aumento na taxa respiratória e processos enzimáticos que levam à perda de qualidade do fruto, envolvendo o escurecimento, entre outros (DEL-VALLE et al., 2005).

Tabela 2. Coordenada de cor  $a^*$  de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado ( $0 + 2^\circ\text{C}$ ,  $75 + 5\%$  UR). (valor médio  $\pm$  erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	$a^*$			
<b>Dia 0</b>	$34,26 \pm 0,26^A$			
<b>Dia 3</b>	$34,06 \pm 0,58^{aA}$	$32,79 \pm 0,72^{aA}$	$33,18 \pm 0,86^{aA}$	$32,16 \pm 0,17^{aA}$
<b>Dia 10</b>	$32,05 \pm 0,03^{aB}$	$33,20 \pm 1,32^{aA}$	$32,58 \pm 1,77^{aA}$	$31,31 \pm 0,21^{aB}$

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições compostas de 15 frutos.

<sup>b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.

O valor  $b^*$  não variou ao longo do armazenamento nas amostras que receberam cobertura, observando-se diferença significativa entre as amostras não cobertas e as que receberam a cobertura QC e QCAE apenas no terceiro dia de armazenamento. Não houve influência do tipo de cobertura na coordenada  $b^*$  da cor dos frutos (Tabela 3). Outros autores também relataram à manutenção da coordenada  $b^*$  durante o armazenamento de morangos (DEL-VALLE et al., 2005). Ribeiro et al. (2007) observaram redução de  $b^*$  expressa como um vermelho escuro típico, muito comum em frutos em estágio de maturação avançado. No entanto, Han et al. (2004) observaram que a adição de cálcio e vitamina E à cobertura de quitosana mudou sua coloração, obtendo-se coberturas mais amareladas e menos transparentes quando da adição dessa vitamina.

Tabela 3. Coordenada de cor  $b^*$  de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado ( $0 + 2^\circ\text{C}$ ,  $75 + 5\%$  UR). (valor médio  $\pm$  erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	$b^*$			
<b>Dia 0</b>	$20,63 \pm 1,34^A$			
<b>Dia 3</b>	$24,75 \pm 0,35^{aB}$	$22,19 \pm 0,75^{bA}$	$23,22 \pm 0,31^{abA}$	$21,93 \pm 1,07^{bA}$
<b>Dia 10</b>	$22,20 \pm 0,68^{aAB}$	$22,16 \pm 1,27^{aA}$	$21,08 \pm 2,68^{aA}$	$21,41 \pm 0,77^{aA}$

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições compostas de 15 frutos.

<sup>b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.

As avaliações realizadas no decorrer do experimento não mostraram diferença de saturação entre os quatro tratamentos (Tabela 4). Levando em consideração o tempo, as amostras cobertas QC, QCAO e QCAE mantiveram os valores de  $C^*$  inalterados durante todo o período de armazenamento, diferindo do controle o qual apresentou menor saturação no décimo e último dia de avaliação. Do mesmo modo, Hernandez-Muñoz et al. (2006), constataram a conservação do valor  $C^*$  nos frutos cobertos com quitosana e com quitosana combinada com cálcio, porém não constatou qualquer efeito adicional decorrente da incorporação de cálcio na cobertura. Igualmente Vargas et al. (2006) não verificaram efeito sobre os valores de  $C^*$  em morangos revestidos por cobertura à base de quitosana.

Tabela 4. Coordenada de cor  $C^*$  de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio  $\pm$  erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	$C^*$			
<b>Dia 0</b>	40,16 $\pm$ 0,83 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	42,47 $\pm$ 0,6 <sup>aB</sup>	40,03 $\pm$ 0,89 <sup>abA</sup>	40,84 $\pm$ 0,81 <sup>abA</sup>	39,22 $\pm$ 0,86 <sup>bA</sup>
<b>Dia 10</b>	39,35 $\pm$ 0,40 <sup>aA</sup>	40,2 $\pm$ 1,72 <sup>aA</sup>	39,00 $\pm$ 2,91 <sup>aA</sup>	38,11 $\pm$ 0,6 <sup>aA</sup>

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições compostas de 15 frutos.

<sup>b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.

### 9.3 Firmeza

Apesar dos morangos cobertos terem apresentado um pico em sua firmeza, estes não diferiram do controle, mantendo o valor inicial constante no decorrer do terceiro e décimo dia de avaliação (Figura 10). Quando avaliados em função do tempo, tanto o controle quanto as coberturas não apresentaram variação significativa. O leve aumento da firmeza nos tratamentos cobertos pode ser atribuído ao cloreto de cálcio presente nas coberturas, o qual forma ligações com as substâncias pécticas do fruto, minimizando a ação das enzimas pectolíticas e o desenvolvimento fúngico (HERNÁNDEZ-MUÑOZ, et al, 2008).

Souza et al. (1999) constataram que morangos (*Fragaria ananassa* Duch cv. Sequóia) tratados com 1% de cálcio apresentaram menor solubilidade da pectina. Mais tarde, Camargo et al. (2000) também observaram o mesmo resultado em morangos tratados com 2 e 4 % de

CaCl<sub>2</sub>. Morangos que receberam coberturas à base de quitosana (HAN, et al, 2004; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, et al, 2006; 2008; RIBEIRO et al 2007; MAZARO, et al, 2008) ou provenientes de demais polímeros como alginato (FAN, et al, 2009), amaranto (COLLA, SOBRAL, MENEGALLI, 2006), glúten (TANADA-PALMU e GROSSO, 2005) e mucilagem de cactos (DEL-VALLE, et al, 2005), tiveram a perda da firmeza retardada.

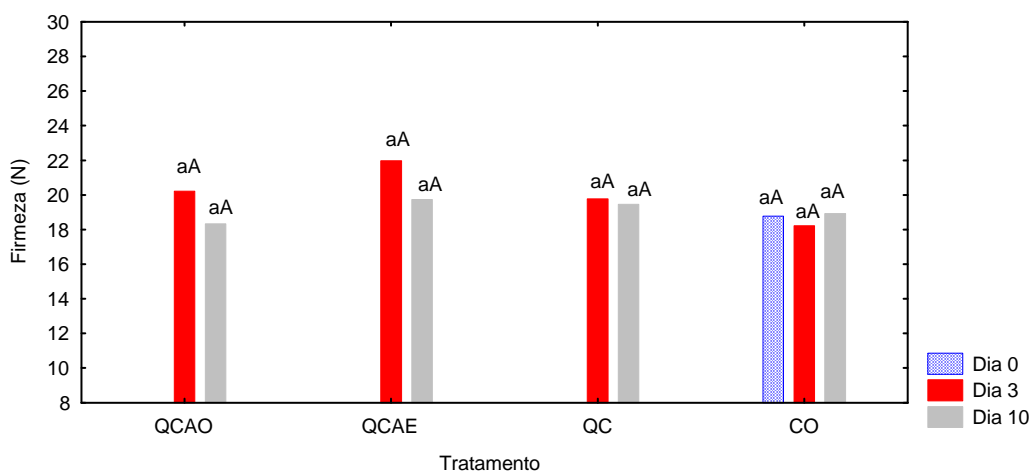


Figura 10. Firmeza (N) de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 ± 5% UR) Letras minúsculas diferentes, em um mesmo dia de armazenamento, significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em um mesmo tratamento, significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.

## 9.4 pH

No terceiro dia de armazenamento o pH do controle mostrou-se inferior quando comparado aos demais tratamentos cobertos (tabela 5). A determinação do pH é dada pela porcentagem de ácido cítrico por peso úmido do morango. Esse resultado, é favorável ao encontrado por Hernandez-Muñoz et al (2008), os quais observaram ligeiro aumento do pH de frutos cobertos, atribuindo para tal resultado à maior perda de água por amostras não revestidas.

Dentre os tratamentos que receberam cobertura, não foi verificada diferença significativa entre os frutos cobertos com QCAE e QCAO, porém, estes apresentaram pH inferior aos frutos cobertos com QC. No décimo e último dia de avaliação, não foi verificada diferença significativa entre frutos controle e cobertos, ou entre as coberturas empregadas.

Os quatro tratamentos apresentaram decréscimo do pH durante o período de avaliação. Entretanto o pH dos tratamentos QCAE e QCAO não diferiu significativamente entre si. Han et al. (2004), atribuíram tal resultado as coberturas semipermeáveis formadas na superfície do fruto, as quais modificaram a atmosfera interna do morango, ou seja, a concentração endógena de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> do fruto, retardando o amadurecimento e por consequência evitando a perda de água e por consequência alteração do pH. Já o tratamento QC teve uma redução expressiva em seu pH no intervalo de tempo entre os dias 3 e 10. Acredita-se, portanto, que essa redução do pH esteja relacionada à perda de água através da cobertura de quitosana e consequentemente ao aumento na concentração de íons de hidrogênio nos frutos desse tratamento.

Tabela 5. pH de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCO= quitosana + cloreto de cálcio +Ácido Oléico; QCE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio + erro padrão)

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	<b>pH</b>			
<b>Dia 0</b>	3,70 ± 0,02 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	3,62 ± 0,01 <sup>cA</sup>	3,82 ± 0,02 <sup>aA</sup>	3,70 ± 0,02 <sup>bA</sup>	3,66 ± 0,09 <sup>bA</sup>
<b>Dia 10</b>	3,54 ± 0,09 <sup>aA</sup>	3,62 ± 0,01 <sup>aB</sup>	3,66 ± 0,00 <sup>aA</sup>	3,62 ± 0,07 <sup>aA</sup>

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições.

<sup>b</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tempos de armazenamento, enquanto que letras minúsculas diferentes em uma mesma linha significam diferenças estatísticas entre tratamentos.

## 9.5 Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis não apresentaram diferença significativa entre os diferentes tratamentos (CO, QC, QCAO, QCAE), e quando avaliados em relação a variável tempo, mostraram-se inertes a variações dos SS (tabela 6). Outros autores puderam constatar que a composição e aplicação de coberturas comestíveis não interferem no teor de sólidos solúveis de morangos armazenados sob refrigeração (RIBEIRO, 2005; VARGAS et al., 2006). Esses resultados se assemelham aos encontrados por Vieites et al. (2006), os quais não

observaram diferença significativa nos frutos dos diferentes tratamentos durante todo o período de armazenamento.

Tabela 6. Sólidos solúveis de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCO= quitosana + cloreto de cálcio +Ácido Oléico; QCE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio + erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	SS (°Brix)			
<b>Dia 0</b>	6,47± 0,34 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	6,23 ±0,03 <sup>aA</sup>	6,53 ±0,12 <sup>aA</sup>	6,63 ± 0,09 <sup>aA</sup>	6,43 ± 0,12 <sup>aA</sup>
<b>Dia 10</b>	6,33± 0,09 <sup>aA</sup>	6,57± 0,15 <sup>aA</sup>	6,7 ± 0,06 <sup>aA</sup>	6,35 ± 0,16 <sup>aA</sup>

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições.

<sup>b</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tempos de armazenamento, enquanto que letras minúsculas diferentes em uma mesma linha significam diferenças estatísticas entre tratamentos.

## 9.6 Acidez titulável

No terceiro dia de armazenamento, os frutos dos tratamentos QC e QCAO diferiram do controle, apresentando menores valores de acidez titulável. No mesmo período o tratamento QCAE não diferiu dos demais (CO, QC, QCAO). No décimo dia, os tratamentos não diferiram entre si. Entre os dias (0, 3 e 10) de avaliação não foi possível constatar variação significativa em relação ao período de armazenamento (tabela 7). Hernández-Muñoz et al (2008), não encontraram alteração significativa na acidez de frutos controle e frutos revestidos com quitosana e cloreto de cálcio. Inversamente, Chaiprasart, Handsawasdi e Pipattanawong (2006), observaram uma redução da acidez em ambos os tratamentos e morangos não tratados após os primeiros quatro dias de armazenamento, o mesmo pode ser observado por Han et al. (2004), sendo essa redução mais acentuada em frutos controle.

Tabela 7. Acidez de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCO= quitosana + cloreto de cálcio +Ácido Oléico; QCE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio + erro padrão)

Tempo De Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	<b>Acidez</b>			
<b>Dia 0</b>	0,76± 0,07 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	0,72 ±0,01 <sup>aA</sup>	0,62 ±0,02 <sup>bA</sup>	0,65 ± 0,02 <sup>bA</sup>	0,67 ± 0,01 <sup>abA</sup>
<b>Dia 10</b>	0,6 ± 0,05 <sup>aA</sup>	0,61 ±0,02 <sup>aA</sup>	0,58 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,60 ± 0,03 <sup>aA</sup>

<sup>a</sup> Erro padrão calculado com base em três repetições.

<sup>b</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna significam diferença estatística entre os tempos de armazenamento, enquanto que letras minúsculas diferentes em uma mesma linha significam diferenças estatísticas entre tratamentos.

## 9.7 Teste de Aceitabilidade

No primeiro dia de avaliação, observou-se grande rejeição dos frutos do tratamento contendo ácido oléico, enquanto que os demais tratamentos não diferiram significativamente quanto à aceitação dos julgadores (figura 12). Uma menor aceitação dos frutos que receberam cobertura contendo ácido oléico foi relatada por Vargas et al. (2006) que observaram maior rugosidade em frutos tratados com ácidos graxos, e por consequência diminuição do brilho superficial do fruto. Além disso, os julgadores consideraram o aroma e o sabor dos frutos cobertos menos intensos que os não cobertos.

No terceiro dia de armazenamento, os frutos controle e aqueles que receberam a cobertura QC apresentaram igual aceitabilidade. Os frutos cobertos com QCAE apresentaram uma aceitação menor que os frutos controle, ainda que não tenham diferido dos morangos cobertos com QC. A rejeição dos frutos cobertos com QCAO manteve-se no terceiro dia, podendo ser explicada pela aparência oleosa (figura 11) presença de sabor residual desagradável.

Não foi verificada alteração da aceitação dos julgadores em função do tempo de armazenamento em nenhum dos tratamentos.



Figura 11. Aparência oleosa dos frutos cobertos com QCAO.

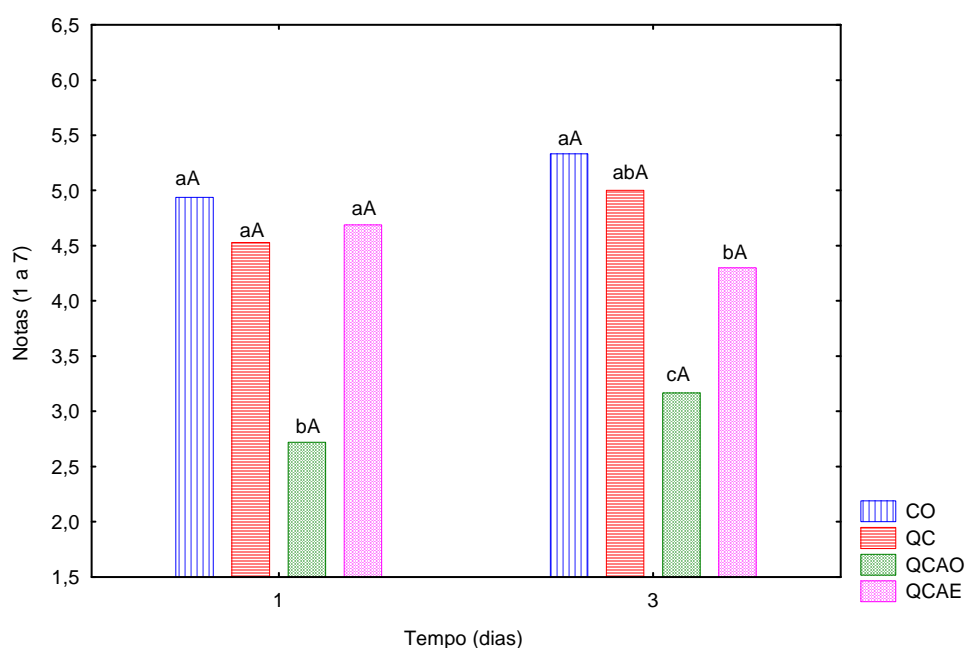


Figura 12. Aceitabilidade de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado ( $0 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  UR) (valores médios). Letras minúsculas diferentes, em um mesmo dia de armazenamento, significam diferença estatística entre os tratamentos, enquanto que letras maiúsculas diferentes em um mesmo tratamento, significam diferenças estatísticas entre os tempos de armazenamento.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação pós-colheita de coberturas à base de quitosana combinada com cloreto de cálcio em morangos é uma alternativa viável para a manutenção da qualidade durante o armazenamento refrigerado por promover a redução da podridão fúngica do fruto.

A incorporação de ácidos graxos na cobertura não proporcionou ganho adicional de qualidade dos frutos mantidos sob refrigeração.

.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR12994: Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR14141: Escalas utilizadas em análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, 1998.

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira, **MORANGO: balanço Mundial**, São Paulo, p. 419, 2008.

ANTONIOLLI, L. R. **Boas práticas na cultura do morangueiro**. Série Agronegócios, SEBRAE/ RS, Porto Alegre/ RS, 2007.

ANTUNES, L. E. C; FILHO, J. D; CALEGARIO, F. F; COSTA, H; JÚNIOR, C. R. **Produção integrada de morangos (PIMo) no Brasil**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, V.28, n.236, pág 34-39, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: A.O.A.C.,1995.

AZEREDO; H, M, C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2. 2003.

AZEREDO, H. M. C; FARIA, J. A. F; AZEREDO, A. M. C; **Embalagens ativas para alimentos**. Ciência e tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 20, n.3, pag 337-341, 2000.

BADAWY, M. E. I; RABEA, E. I; Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit. **Postharvest biology and technology**, v. 51, pag 110-117, 2009.

BALBINO, J. M. de S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiros**. Vitória, ES: Incaper, 2004. 76p.

BHASKARA REDDY, M. V; BELKACEMI, K; CORCUFF, R; CASTAIGNE, F; ARUL, J. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology** , v. 20, p.39–51, 2000.

BORDIGNON, C, L. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Universidade de Passo Fundo, 2008.

CAMARGO, Y.R.; LIMA, L.C.O.; SCALON, S.P.Q.; SIQUEIRA, A.C. Efeito do cálcio sobre o amadurecimento de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) CV. campineiro. **Ciênc. Arotec.**, Lavras, v.24, n.4, p.968-972, 2000.

CANTILLANO, F. F. **MORANGO - Pós-colheita**. Embrapa Clima Temperado. 1ª ed. Pelotas/ RS, III. Série, 2003. 28p.

CENCI, S. A. **Para reduzir perdas com o morango.** Jornal da fruta, ano XVI, n° 207. Lages/ SC, 2008.

CHAIPRASART, P.; HANDSAWASDI, C.; PIPATTANAWONG, N. **The Effect of Chitosan Coating and Calcium Chloride Treatment on Postharvest Qualities of Strawberry Fruit (*Fragaria* × *ananassa*).** Acta Hort. (ISHS) v.708, p.337-342. 2006.

COLLA, E.; SOBRAL, P.J.A., MENEGALLI, F.C.Effect of composite edible coating from *Amaranthus cruentus* flour and stearic acid on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Latin American Applied Research**, v.36, p.249-254, 2006

CORDENUNSI, B, R; NASCIMENTO, J, R, O; GENOVESE, M, I; LAJOLO, F, M. Influence of Cultivar on Quality Parameters and Chemical Composition of Strawberry Fruits Grown in Brazil. **J. Agric. Food Chem.** V. 50, p. 581-2586, 2002.

DAMIAN, C; BEIRÃO, L, H; FRANCISCO, A; ESPIRITO SANTO, M, L, P; TEIXEIRA, E; Quitosana: um amino polissacarídeo com características funcionais. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.16, n. 2, p. 195-205, 2005.

DEBEAUFORT, F., QUEZADA-GALLO, J.A., VOILLEY, A.,. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. **Crit. Rev. Food Sci.**v. 38,p. 299–313, 1998.

DEL-VALLE, V; MUÑOZ, P.H; GUARDA, A; GALOTTO, M.J.Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life.**Food Chemistry**, v.91, n.4, p. 751-756, 2005.

DEVLIEGHERE, F.; VERMEULEN, A.; DEBEVERE, J. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. **Food Microbiology**, v.21, p.703–714. 2004.

DIAS, M. S. C; COSTAS, H; CANUTO, R. S; **Manejo de doenças do morangueiro.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, V.28, n.236, pág 64-77, 2007.

DIAS, M. S. C; SILVA, J. J. C; PACHECO, D.D; RIOS, S. A; LANZA, F.E. **Produção de morangos em regiões não tradicionais.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, V.28, n.236, pág 24-33, 2007.

EL GHAOUTH, A., ARUL, J. GRENIER, J., ASSELIN, A. Antifungal Activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. **Postharvest Pathology and Mycotoxins**, Phytopathology, v.82, p.398-402, 1992.

FAKHOURI, F. M; FONTES, L. C. B; GONÇALVES, P. V. M; MILANEZ, C.R; STEEL, C. J; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatinas na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, V.27, n.2, p 369-375, 2007.

FAN, Y.; XU, Y.;, WANG, D.; ZHANG, L.; SUN,J.; SUN, L.; ZHANG, B. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria*×*ananassa*) preservation quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.53, p.84–90, 2009.

FILHO, J. D; ANTUNES, L. E. C; PÁDUA, J. G; **Cultivares**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, V.28, n.236, pág 20-23, 2007.

GARCÍA, M, A; MARTINO, M, N; ZARITZKY, N, E. Starch-Based Coatings: Effect on Refrigerated Strawberry (*Fragaria ananassa*) Quality. **J Sci Food Agric**, v. 76, p. 411-420, 1998.

HAN, C; LEDERER, C; McDANIEL, M; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal Of Food Science**, Vol. 70, N. 3, 2005.

HAN, C.; ZHAO, Y., LEONARD, S.W., TRABER, M.G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p.67-78, 2004.

HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; DEL-VALLE, V.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria \_ ananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.110, p.428–435, 2008.

HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M. J., GAVARA, R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p.247–253, 2006.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, v.40, n.12, p.47-59, 1986.

LIU, J; TIAN, S; MENG, X; XU, Y. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p 300-306, 2007.

MALGARIM, M. B; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 185-189, Agosto 2006.

MAZARO, S, M; DESCHAMPS, C; MIO, L, L, M; BIASI, L, GOUVEA, A; SAUTTER, C, K. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar-s-metil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2008.

PARK, S; STAN, S.D; DAESCHEL, M. A; ZHAO, Y; Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria X ananassa*) to control mold growth during cold storage. **Journal of food science**, v. 70, n. 4, pag 202-207, 2005.

PERÉZ, A. G; SANZ, C; Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmospheres on strawberry flavor and other quality traits. **J. Agric. Food Chem**, v. 49, pag. 2370-2375, 2001.

PIZARRO, C.A.C. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas.** 2009. 58p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

QUINATO, E, E; DEGÁSPARI, C, H; VILELA, R, M. **Aspectos nutricionais e funcionais do Morango.** Visão Acadêmica, Curitiba, v.8, n.1, 2007.

RIBEIRO, C. **Estudo de estratégias para a valorização industrial do morango.** 2005. 65f..Dissertação (Mestrado ) – Programa de Pós-Graduação, Universidade de Minho, 2005.

RIBEIRO, C; VICENTE, A.A.; TEIXEIRA, A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p.63–70, 2007.

RODRIGUEZ, M.S., ALBERTENGO, L.A., VITALE, I., AGULLO, E. Relationship between astringency and chitosan-saliva solutions turbidity at different pH. **J. Food Sci.**, v.68, p.665–667, 2003.

RONQUE, E.R. V. **A cultura do morangueiro**; revisão e prática. EMATER-Paraná. Curitiba-PR, 1998.

SANTOS, L. O; MARTINS, R. N; DURIGAN, J. F; MATTIUZ, B-H; **Técnicas de conservação pós-colheita do morango.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, V.28, n.236. pág 84-87, 2007.

SANTOS, M. A dos. ; MEDEIROS, A. R.M de. **MORANGO Produção.** Embrapa Clima Temperado. 1<sup>a</sup> ed. Pelotas/ RS, IV. Série, 2003. 81p.

SILVA, A. F; DIAS, M. S. C; MARO, L. A. C; **Botânica e fisiologia do morangueiro.** Informe Agropecuário. Belo Horizonte, V.28, n.236, pág 7-13, 2007.

SOUZA, A, L, B.; SCALON, S, P, Q.; CHITARRA, M, I, F.;CHITARRA, A, B.; Post-harvest application of cacl2 in strawberry fruits (*fragaria ananassa* dutch cv. Sequóia): evaluation of fruit Quality and post-harvest life. **Ciênc. e agrotec.**, Lavras, v.23, n.4, p.841-848, 1999.

SUN, X; BI, Y; LI, Y; HAN, R; GE, Y. Postharvest Chitosan Treatment Induces Resistance in Potato Against *Fusarium sulphureum*. **Agricultural Sciences in China**, v. 7, n. 5, p. 615-621, 2008.

TANADA-PALMU, P, S; GROSSO, C, R, F. Effect of edible wheat glúten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Postharvest Biology and Technology**. V. 36 p. 199–208, 2005.

VARGAS, M; ALBORS, A; CHIRALT, A; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p.164–171, 2006.

VIEITES, R, L.; EVANGELISTA, R, M.; SILVA, C, S.; MARTINS, M, L. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 243-252, 2006.

## APÊNDICE A - Ficha empregada no teste de aceitabilidade dos frutos.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data \_\_/\_\_/\_\_

Você está recebendo 5 amostras de morango. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

7 – Gostei muitíssimo  
 6 – Gostei muito  
 5 – Gostei  
 4 – Não gostei nem desgostei  
 3 – Desgostei  
 2 – Desgostei muito  
 1 – Desgostei muitíssimo

Amostra	Valor	Obs.
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Comentários: