

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
FACULDADE DE AGRONOMIA "ELISEU MACIEL"  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AGROINDUSTRIAL**



**Tese**

**Coberturas à base de quitosana na qualidade pós-colheita de morangos cv.  
Aromas**

**CRISTINA SIMÕES DA COSTA**

**Pelotas-RS, 2009**

**CRISTINA SIMÕES DA COSTA**

**Prolongamento da vida útil e qualidade pós-colheita de morangos pelo  
emprego de cobertura comestível**

TESE apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (M.S.).

**Orientador: Prof. Dr. Jorge Adolfo Silva**  
**Co-Orientador: Dr<sup>a</sup>. Lucimara Rogéria Antonioli**

**Pelotas-RS, 2009**

BANCA EXAMINADORA:

Dr<sup>a</sup>. Lucimara Rogéria Antonioli (Embrapa Uva e Vinho)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leonor de Souza Soares (UFPel)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosane da Silva Rodrigues (UFPel)

Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Richer Krolow (Embrapa Clima Temperado)

Dr. Rufino Fernando Flores Cantillano (Embrapa Clima Temperado)

*Dedico*

À minha família, pelo apoio irrestrito  
em todos momentos de minha vida  
e ao Prof. Germano pelo exemplo de vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Dr. Jorge Adolfo Silva, pelo apoio e viabilização do trabalho.

À minha “co-orientadora”, Dra. Lucimara Rogéria Antonioli, por ter me recebido na Embrapa e possibilitado a realização desse trabalho, pela sua dedicação, pelo exemplo de profissionalismo, assim como, pela confiança, ensinamentos, apoio e incentivo, presentes em todos os momentos.

À Miqueli, minha fiel escudeira, pelo empenho, comprometimento, seriedade, companheirismo e bom humor no desenvolvimento deste trabalho.

À Josiane, pelo companheirismo, presteza e colaboração na realização deste trabalho.

À toda equipe do Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho, em especial à Laís, ao Wanderson e à Rosane, pela solicitude, apoio e carinho com que me receberam.

Aos meus colegas e amigos do IFRS-Campus Bento: André, Juliano, Marleide, Marlice, Regina e Simone, companheiros de sala e de coração, que não mediram esforços para me incentivar e apoiar na realização desse trabalho.

A todos os colegas do IFRS-Campus Bento, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, em especial Diego, Lilian, Cíntia e Gina.

Ao amigo, Prof. Dr. Celso Medina Fagundes, pelo companheirismo e pronto auxílio quando solicitado.

Às minhas colegas e amigas do antigo Laboratório de Bromatologia: Lisi, Pri, Renata e Helô pelo apoio e companheirismo.

Aos irmãos Evandro e Dante Andreazza pelo apoio no fornecimento dos morangos.

Ao meu ex-orientador e acima de tudo amigo, Germano Jorge Dornelles Soares, pela confiança, ensinamentos, apoio e incentivo que sempre prestou nos momentos que compartilhamos, e que apesar de não ter podido me acompanhar nessa etapa, serviu de inspiração para que se concretizasse.

A todos meus amigos, pelos momentos de alegria, carinho e pela torcida.

À minha família, pelo amor, incentivo e apoio incondicionais.

Ao meu namorado, Clúvio, pela paciência, carinho e apoio, e à sua família pelo apoio e carinho.

“Posso ser leve como uma brisa ou forte como uma ventania, depende de quando e como você me vê passar.”

(Clarice Lispector)

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	13
RESUMO.....	15
ABSTRACT .....	17
1 INTRODUÇÃO.....	19
2.1 Morango .....	21
2.2.Conservação do morango .....	24
2.2.1. Coberturas comestíveis .....	25
2.2.2.Quitosana .....	29
3 ARTIGOS CIENTÍFICOS.....	34
Artigo 1 – Efeito de coberturas comestíveis à base de quitosana, cálcio e ácidos graxos na qualidade pós-colheita de morangos .....	35
RESUMO.....	37
ABSTRACT .....	37
1.Introdução.....	37
2.Material e Métodos .....	40
2.1. Materiais .....	40
2.2. Preparo das soluções de cobertura .....	41
2.3. Processamento dos morangos .....	41
2.4. Firmeza.....	41
2.5. pH, sólidos totais e acidez titulável .....	42
2.6. Cor.....	42
2.7. Podridão fúngica.....	42
2.8. Análise sensorial.....	42

2.9. Análise estatística.....	43
3. Resultados e Discussão .....	43
3.1. Firmeza.....	43
3.2. pH, Sólidos Solúveis e Acidez titulável.....	44
3.3. Deterioração fúngica.....	45
3.4. Cor.....	48
3.5. Análise sensorial.....	49
4. Conclusões.....	50
Referências .....	50
Artigo 2 – Uso de coberturas comestíveis em morangos acondicionados sob refrigeração e condição ambiente .....	58
RESUMO.....	60
ABSTRACT .....	60
1. Introdução.....	61
2. Material e Métodos .....	62
2.1. Materiais .....	62
2.2. Preparo das soluções de cobertura.....	63
2.3. Processamento dos morangos .....	63
2.4. Firmeza.....	64
2.5. Sólidos solúveis, pH e acidez titulável.....	64
2.6. Podridão fúngica.....	64
2.7. Perda de massa (%).....	65
2.8. Cor.....	65
2.9. Compostos fenólicos extraíveis totais.....	65
2.10. Antocianinas totais.....	66
2.11. Análise sensorial.....	66
2.12. Análise estatística.....	66
3. Resultados e Discussão .....	67
3.1. Firmeza.....	67
3.2. Sólidos solúveis, pH e acidez titulável .....	68
3.3. Deterioração Fúngica .....	72
3.4. Perda de massa.....	73
3.5. Cor.....	74
3.6. Compostos fenólicos totais extraíveis e antocianinas totais .....	78

3.7.Análise Sensorial.....	79
4. Conclusões.....	80
Referências .....	80
APÊNDICES.....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura da quitina e da quitosana (OLIVEIRA JUNIOR, 2006) ..... 30

### Artigo 1.

Figura 1. 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..... 56

Figura 2. 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. 56

Figura 3. 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 + 2°C, 75 ± 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. .... 57

### Artigo 2.

Figura 1. Firmeza (N) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, A: durante 15 dias de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR). B: durante 7 dias de armazenamento à 25 + 2°C. .... 85

Figura 2. Podridão fungica (%) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, A: durante 15 dias de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR). B: durante 7 dias de armazenamento à 25 + 2°C. .... 86

Figura 3. Perda de massa (%) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, A: durante 15 dias de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR). B: durante 7 dias de armazenamento à 25 + 2°C. .... 87

Figura 4. Aceitabilidade de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, A: durante 12 dias de armazenamento refrigerado ( 0+2°C, 75±5% UR). B: no primeiro dia de armazenamento à 25+2°C ..... 88

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1.

Tabela 1. pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e coordenadas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $C^*$ ) 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)..... 47

### Artigo 2.

Tabela 1. Sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 15 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão)..... 71

Tabela 2. Sólidos solúveis, pH e acidez titulável de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 7 dias de armazenamento a 25 + 2°C (valor médio ± erro padrão)..... 72

Tabela 3. Coordenadas de cor ( $L^*$ ,  $h^*$  e  $C^*$ ), teor de compostos fenólicos totais extraíveis e de antocianinas totais de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 15 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão)..... 76

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A – RESULTADOS DO PRIMEIRO ARTIGO.....	102
APÊNDICE B– RESULTADOS DO SEGUNDO ARTIGO.....	104

## RESUMO

COSTA, Cristina. **Coberturas à base de quitosana na qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas**. 2009. f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

O morango é um fruto altamente perecível, apresentando período de conservação pós-colheita relativamente curto em virtude de alterações fisiológicas e incidência de podridão fúngica, o que limita sua comercialização *in natura*. As coberturas comestíveis à base de quitosana tem-se mostrado como alternativas no controle das alterações pós-colheita responsáveis pela deterioração do morango. Este trabalho foi dividido em dois ensaios experimentais. No primeiro artigo, avaliou-se a aplicação de coberturas comestíveis à base de quitosana contendo cálcio e ácidos graxos para promover a manutenção da qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas durante o armazenamento refrigerado. Três coberturas foram estudadas: quitosana + cloreto de cálcio (QC); quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico (QCAO); quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico (QCAE). Após aplicação das coberturas, os frutos foram mantidos por 10 dias sob condições de 0+2°C e 75+5%UR. A firmeza, o pH, a acidez titulável, o conteúdo de sólidos solúveis e a cor não apresentaram variação significativa ao final do armazenamento, não sendo verificada diferença entre os tratamentos quando comparados ao controle. A cobertura apresentou efeito significativo na redução da podridão fúngica dos frutos cobertos com QC, verificando-se uma redução de 83%. Os frutos que receberam as coberturas QC ou QCAE apresentaram mesma aceitação que os frutos controle. No segundo artigo, avaliou-se o efeito de coberturas comestíveis à base de quitosana, combinada ou não com cálcio e ácido ascórbico, na manutenção da qualidade pós-colheita de morangos durante o armazenamento refrigerado (0°C) e sob temperatura ambiente (25°C). Quatro coberturas foram estudadas: quitosana (Q); quitosana + cloreto de cálcio (QC); quitosana + ácido ascórbico (QA) e quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico (QCA). Após aplicação das coberturas, os frutos foram mantidos por 15 dias, a 0+2°C e 75+5%UR (refrigerado) e à 25°C + 2°C (ambiente) durante 7 dias. Nas amostras refrigeradas, a utilização de coberturas promoveu manutenção da Lidez titulável, redução de perda de firmeza e do desenvolvimento fúngico, sendo este completamente inibido nos frutos cobertos com QA e QC até o décimo segundo dia de armazenamento. O pH, o conteúdo de sólidos solúveis, a cor ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$ ), o conteúdo de antocianinas e o de compostos fenólicos não sofreram influência da aplicação da cobertura. Nos frutos armazenados à temperatura ambiente, foi verificado o efeito da cobertura na manutenção da firmeza, e no controle do

desenvolvimento fúngico, não sendo observado efeito sobre a perda de massa e demais parâmetros estudados. De forma geral, pode-se concluir que a aplicação pós-colheita de coberturas à base de quitosana em morangos preserva sua qualidade durante o armazenamento. A incorporação de ácido ascórbico ou cloreto de cálcio na cobertura possibilita ganho adicional no controle do desenvolvimento fúngico, obtendo-se maior aceitação para as coberturas contendo ácido ascórbico. O uso dessa cobertura permite estender a vida útil de morangos armazenados sob refrigeração e à temperatura ambiente, por até doze e três dias, respectivamente.

**Palavras-chave:** embalagem comestível; polissacarídeo; cálcio; ácidos graxos; ácido ascórbico

## ABSTRACT

**COSTA, Cristina.** Chitosan based coating on post-harvest quality of strawberry cv. Aromas. 2009. f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

Strawberry is a highly perishable fruit, presenting a post-harvest shelf life relatively short due to physiologic changes and incidence of fungal decay, which limitate its fresh commercialization. Chitosan based edible coating are a good alternative on controlling post harvest changes associated do strawberry decay. This work was divided in two experiments. In first article, the application of chitosan edible coatings added of calcium and fat acid to promote preservation of the quality of strawberry cv. Aromas during refrigerated storage. Three coatings were studied: chitosan + calcium chloridre (QC), . chitosan + calcium chloride + oleic acid (QCAO), and chitosan + calcium chloride + stearic acid (QCAE). After coatings were applied, the fruits were stored at + 2°C e 75 ± 5%HR for 10 days. Firmness, pH, titratable acidity, content of soluble solids and, color weren't affected significantly at the end of storage, and no differences between treatment were observed. Coating affected significantly fungal decay on QC coated fruits when compared to non coated fruits, promoting 83%. Fruits that received QC or QCAE coating obtained same acceptability of control fruits. In the second article, the ability of chitosan edible coating, added of calcium and/or ascorbic acid to maintain strawberry post-harvest quality under refrigerated (0°C) and atmospheric (25°C) storage was evaluated. Four coatings were studied: chitosan (Q); chitosan + calcium chloridre (QC), chitosan + ascorbic acid (QA), and chitosan + calcium chloride + ascorbic acid (QCA). After coatings were applied, the fruits were stored for 15 days at 0 + 2°C e 75 ± 5%HR (refrigerated) and for 7 days at 25°C + 2°C (atmospheric). Firmness, pH, titratable acidity, content of soluble solids and, color weren't affected significantly at the end of storage, and no differences between treatment were observed. On refrigerated condition, chitosan coatings promoted the maintenance of titrable acidity, reduction of loss of firmness and of fungal decay, which was completely inhibited on the fruits covered with QA and QC until the twelve day. Soluble solids content, pH, color (L\*, C\*, h\*), anthocyanins content and phenolic compounds content weren't affected by coating. On the strawberry stored under atmospheric temperature, coatings promoted retention of firmness and controlled fungal decay, showing no effects on the other attributes evaluated. In general, post-harvest application of chitosan based edible coatings preserve strawberry quality during storage. Incorporation of ascorbic acid or

calcium chloride on coating promotes additional gain on the control of fungal decay, being observed a higher acceptability of coatings containing ascorbic acid. The employ of this coating can extend the shelf life of refrigerated or atmospheric stored strawberry until 12 and 3 days, respectively.

**Key-words:** edible packaging; polisaccharide; calcium; fat acid; ascorbic acid.

## 1 INTRODUÇÃO

O morango é o fruto de maior destaque entre os pequenos frutos, com produção mundial de 3,1 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2008). No Brasil, foram produzidas 100 mil toneladas de morango na safra 2006/2007 (AGROSOFT, 2007). A maior parte da produção é comercializada *in natura*, acondicionada em bandejas de poliestireno expandido recobertas com filme de policloreto de vinila (PVC) esticável ou em embalagens de polietileno teraftalato (PET) (ANTUNES, 2002), sendo encontrada nos estabelecimentos de venda em condições de refrigeração ou à temperatura ambiente.

O morango é um fruto muito delicado, apresentando alta sensibilidade ao dano mecânico, desenvolvimento fúngico, desidratação e perda de firmeza. 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, auxiliando na conservação do fruto através da redução da taxa respiratória e da atividade metabólica e, portanto, retardando sua senescência. As embalagens exercem papel complementar na conservação de morangos, principalmente, pela restrição à perda de vapor de água. No entanto, o período de conservação do morango embalado é muito curto, alcançando aproximadamente sete dias quando mantido sob refrigeração e um a dois dias sob temperatura ambiente. Uma alternativa para auxiliar no controle das alterações pós-colheita de morangos é o emprego de coberturas comestíveis, as quais têm sido utilizadas em diversos frutos e hortaliças, promovendo a manutenção de sua qualidade por um período mais longo. Vários polímeros de natureza protéica, lipídica ou polissacarídica têm sido empregados na obtenção de películas. Dentre os polissacarídeos, destaca-se a quitosana, um polímero não tóxico, abundante na

natureza, de baixo custo de obtenção e que apresenta tanto as propriedades mecânicas necessárias à formação de películas, quanto propriedades antimicrobianas. No entanto, sua natureza hidrofílica pode fazer com que a cobertura obtida apresente alta permeabilidade ao vapor de água, o que poderia limitar sua efetividade na preservação da qualidade dos frutos. Uma forma de aumentar a hidrofobicidade da cobertura, reduzindo a permeabilidade ao vapor de água, é a incorporação de ácidos graxos na cobertura. Outras substâncias podem ser incorporadas na cobertura a fim de proporcionar aumento na sua funcionalidade, destacando-se o cálcio e o ácido ascórbico. A incorporação de cálcio na película visa ao aumento da manutenção da firmeza e do controle do desenvolvimento fúngico, enquanto que o ácido ascórbico incorporado na película atua na redução dos processos de oxidação do fruto, evitando seu escurecimento, além de contribuir no controle microbiano.

Durante as etapas pós-colheita do morango, frequentemente o fruto não é submetido ao resfriamento e conservação sob refrigeração, investigou-se a capacidade das coberturas de quitosana em conservar a qualidade de morangos à temperatura ambiente e de refrigeração.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de coberturas à base de quitosana incorporadas de cálcio e/ou ácido ascórbico e de cálcio e ácidos graxos para preservar a qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas sob armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Morango

A produção mundial de morangos é de 3,1 milhões de toneladas. Os Estados Unidos da América são os maiores produtores mundiais de morangos para consumo fresco (*in natura*) e líderes na produção do fruto congelado. Em 2006, a produção norte-americana foi de 1.019.449 toneladas do fruto fresco, sendo que 795.000 toneladas foram consumidas no mercado interno (AGRIANUAL, 2008). O volume das exportações de morango no mundo oscilou ao redor de 415 mil toneladas em 2007, sendo a Espanha responsável por mais de 52% das exportações e o Canadá o maior importador, com 75.000 toneladas (AGRIANUAL, 2008).

A produção brasileira de morangos tem aumentado 10 a 15% ao ano, sendo a produção da safra 2006/2007 de 100 mil toneladas, obtida em uma área estimada de 3,6 mil hectares (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007; AGROSOFT, 2007). A cultura do morangueiro encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, com destaque para os Estados de Minas Gerais (41,4%), Rio Grande do Sul (25,6%) e São Paulo (15,4%) (OLIVEIRA et al., 2005; IEA, 2007).

No Rio Grande do Sul tem-se registrado crescimento na área plantada e na produção, que está concentrada na Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste (Campos de Cima da Serra) e na região de Pelotas. O Estado produziu, na safra 2005-2006, aproximadamente 10 mil toneladas (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007).

As cultivares de morangueiro mais utilizadas na região Sul do Brasil são provenientes dos Estados Unidos da América, destacando-se a 'Aromas',

‘Camarosa’, ‘Diamante’, ‘Oso Grande’ e ‘Ventana’, da Universidade da Califórnia, e ‘Dover’ e ‘Sweet Charlie’, da Universidade da Flórida (OLIVEIRA et al., 2005). No Rio Grande do Sul, a ‘Camarosa’ e a ‘Aromas’ são, respectivamente, as cultivares de dias curtos e de dias neutros mais utilizadas (OLIVEIRA et al., 2007). A cv. Aromas foi lançada em 1997 pela Universidade da Califórnia, sendo descrita como muito produtiva. Os frutos dessa cultivar são grandes, bastante firmes, com coloração vermelha acentuada, sabor agradável e qualidade excelente para consumo *in natura* e industrialização (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2009).

A produção brasileira de morango é destinada, quase em sua totalidade, para o mercado interno, sendo 30% destinado ao processamento e aproximadamente 70% destinada ao consumo *in natura*, alcançando elevado valor comercial (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007). O comércio *in natura* é comumente realizado em bandejas de poliestireno ou de polietileno teraftalato transparente, envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC) (ANTUNES, 2002).

O morango é uma hortaliça pertencente à família Rosaceae, gênero *Fragaria* e espécie *Fragaria x ananassa* Duch x Rozier, constituindo-se de um híbrido obtido há mais de 300 anos na Europa, resultante do cruzamento entre as espécies *F. chiloensis* e *F. virginiana* originárias da América (BRAHM; PEDROSO DE OLIVEIRA, 2004; SILVA et. al., 2007). É um pseudofruto suculento originário do receptáculo floral que se torna carnoso. Os frutos verdadeiros são pequenos aquênios, vulgarmente denominados “sementes”. O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene que se propaga por via vegetativa, por meio de estolhos (IAC, 2007).

O morango apresenta padrão de respiração não-climatérico. De acordo com este modelo de respiração, ocorre uma diminuição gradual na respiração e não há produção de etileno endógeno, não ocorrendo amadurecimento e alterações das características sensoriais após a colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O índice de maturação é baseado na coloração do pseudofruto. No Brasil, pseudofrutos com menos da metade da superfície vermelha são considerados impróprios para o consumo ou para o processamento porque possuem pouco aroma e conservam elevado teor de acidez e adstringência depois de colhidos. Morangos com mais da metade e até  $\frac{3}{4}$  da superfície vermelha mantêm boas condições para consumo *in natura* ou processamento por alguns dias, dependendo da variedade, da temperatura e da umidade atmosférica (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

É um fruto originalmente de clima temperado e tem como atrativos sua coloração vermelha brilhante, aroma característico, textura macia e sabor levemente acidificado. Possui alto teor de umidade e seu sabor característico é proveniente, principalmente, dos ácidos e açúcares presentes em sua composições (MORAES, 2005).

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

O ácido cítrico contribui com 91% e o málico com 9% da acidez do fruto (CORDENUNSI et al., 2002; MORAES, 2005). Estes ácidos interferem diretamente sobre o *flavor*, as propriedades de geleificação da pectina e a síntese de pigmentos, além de atuarem no controle do pH celular. (CANTILLANO et al., 2003).

Os morangos são considerados uma boa fonte de vitamina C, apresentando um conteúdo médio de ácido ascórbico de 60mg/100g (ROBARDS et al. 1999; CORDENUNSI et al., 2002).

Em geral, atribui-se aos morangos um alto nível de atividade antioxidante, a qual está ligada aos teores de compostos fenólicos presentes nos frutos (MEYERS et al., 2003). Os polifenóis são compostos fenólicos bioativos encontrados em frutos e hortaliças e podem ser agrupados em várias classes, incluindo antocianinas, flavonas, flavan-3-óis, flavanonas, flavonóis e taninos. Além de estarem intimamente associados com os atributos sensoriais dos frutos, os flavonóides e os ácidos fenólicos têm recebido atenção crescente devido à sua potencial ação antioxidante, a qual pode exercer efeitos cardioprotetores em humanos (CORDENUNSI et al., 2002).

O morango apresentou o maior potencial antioxidante dentre 12 frutos analisados, sendo a contribuição da vitamina C, na atividade antioxidante total, estimada em menos de 15% (CORDENUNSI et al., 2002). Particularmente, os fenóis contribuem substancialmente para o complemento antioxidante de várias espécies de pequenos frutos, apresentando potenciais efeitos benéficos à saúde (HEINONEN et al., 1998).

As antocianinas são flavonóides solúveis em água, derivados dos hidroflavonóis, sendo um dos mais importantes grupos de pigmentos das plantas, juntamente com as betaínas e os carotenóides, responsáveis pelas colorações das pétalas, flores e

frutos (SIMÕES et al., 2003). A principal ação biológica atribuída às antocianinas é a atividade antioxidante (SUN et al., 2002; MEYERS et al., 2003). Essa atividade se deve a sua estrutura química formada por três anéis, que possuem ligas duplas conjugadas e também hidroxilas distribuídas ao longo da estrutura que possibilitam o sequestro de radicais livres, causadores de danos celulares e doenças degenerativas (KONG et al., 2003; SILVA et al., 2007). Segundo Bagchi et al. (2004), além da atividade antioxidante, as antocianinas apresentam considerável atividade anticarcinogênica e antiangiogênica.

As antocianinas podem apresentar diferentes formas estruturais, as quais podem assumir diferentes colorações. Essas formas podem sofrer interferências de diversos fatores, destacando-se entre estes a temperatura, o valor do pH e possíveis ligações com outras substâncias químicas (LEE et al., 2005)

A principal antocianina encontrada no morango é a pelargonidina-3-glicosídeo, com cianidina-3-glicosídeo e pelargonidida-3-rutinosídeo (GIL; HOLCROFT; KADER, 1997).

A quantidade de antocianinas é importante, não só pelo poder oxidante, mas também na avaliação do índice de maturação dos morangos. O índice de maturação utilizado para a colheita é a coloração vermelha, resultante da síntese de antocianinas, correspondente à metade ou  $\frac{3}{4}$  do fruto (CORDENUNSI et al., 2002).

O conteúdo de antocianinas e de compostos fenólicos totais pode variar entre as espécies, afetando os benefícios antioxidantes e protetores nos frutos (MEYERS et al., 2003).

## **2.2.Conservação do morango**

Em função da sua alta perecibilidade, a conservação pós-colheita do morango é muito complexa, o que torna a comercialização deste fruto um grande desafio (GARCIA, 2009).

A temperatura é considerada o fator mais importante na conservação de frutos e hortaliças, uma vez que afeta diretamente os processos naturais de respiração, transpiração e outros aspectos fisiológicos (CORTEZ; HONORIO; MORETTI, 2002; PIZARRO, 2009). A cada 10°C de aumento na temperatura do

ambiente há um aumento de duas a três vezes na velocidade de deterioração dos produtos e, conseqüentemente, na redução do período de conservação. Portanto, sem o uso da refrigeração, as deteriorações são mais rápidas devido à alta taxa metabólica, com perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade. A taxa metabólica deve ser mantida em nível mínimo e suficiente para manter as células vivas, de forma a preservar a qualidade dos produtos durante todo o período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como esse é um fator controlável, a maioria dos métodos de conservação está vinculada à utilização de baixas temperaturas (CORTEZ; HONORIO; MORETTI, 2002), as quais contribuem para reduzir a atividade microbiana e as alterações químicas e enzimáticas do próprio vegetal. Isso mantém a qualidade do produto e aumenta a segurança para o consumidor (BRECHT et al., 2003). Pizarro (2009), ao avaliar diferentes temperaturas de armazenamento para morango, verificou que a temperatura de 0°C possibilitou maior vida de prateleira aos frutos.

Segundo Han et al. (2004), a vida útil de morangos frescos sob refrigeração (0-4°C) é normalmente inferior a 5 dias. De acordo com Cantillano (2005), morangos podem ser conservados por 3 a 5 dias sob condições de 0°C e 90% a 95% umidade relativa (UR).

Entretanto, para o armazenamento prolongado, somente a redução da temperatura não é suficiente para manter a qualidade dos frutos, sendo necessário utilizar técnicas complementares, visando ao prolongamento da sua vida útil (MALGARIM et al., 2006).

### 2.2.1. Coberturas comestíveis

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; KROCHT; DE MULDER JOHNSTON, 1997).

Coberturas e filmes comestíveis apresentam numerosas vantagens sobre a embalagem polimérica não-comestível convencional e, além de apresentarem uma alternativa para redução da complexidade das embalagens para alimentos, se não forem consumidas com o produto embalado, podem contribuir para a redução da poluição ambiental devido à sua natureza biodegradável (DEL-VALLE et al., 2005).

A utilização de coberturas comestíveis tem sido bastante explorada para revestimento de frutos e hortaliças frescas. Dentre os efeitos benéficos do emprego de coberturas comestíveis em frutos e hortaliças se destacam: maior retenção de aroma, ácidos, açúcares, textura e cor; aumento da estabilidade durante o transporte e armazenamento, melhor aspecto visual, redução da contaminação microbiológica, redução da perda de umidade e redução da taxa respiratória (HENRIQUE; CEREDA, 1999; JIANG; LI, 2001; RIBEIRO, 2005).

De acordo com Xu, Chen e Sun (2001), a aplicação de cobertura em kiwi armazenado à temperatura ambiente triplicou seu período de conservação em comparação aos frutos não cobertos.

Os filmes e coberturas comestíveis são definidos por dois princípios. Primeiro, o termo “comestível” implica nos compostos usados na elaboração da embalagem serem GRAS (*generally recognized as safe*), sigla em inglês que significa compostos geralmente reconhecidos como seguros pelo *Food and Drug Administration (FDA)*, e processados dentro das Boas Práticas de Fabricação (BPF), estabelecidas para alimentos. Segundo, estes filmes e revestimentos devem ser formados a partir de um biopolímero, já que é necessária uma cadeia longa para conferir insolubilidade e estabilidade à matriz da embalagem em meio aquoso (KESTER; FENNEMA, 1986; VILLADIEGO et al., 2005).

No Brasil, não existe no âmbito da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) uma legislação específica para filmes e revestimentos comestíveis, mas eles são considerados como ingredientes ou aditivos e devem obedecer ao Decreto 55.871, de 26 de março de 1965, sobre normas reguladoras de emprego de aditivos para alimentos, e à Portaria nº540-SVS/MS, de 27 de outubro de 1997, que trata sobre o Regulamento Técnico de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de

Tecnologia de Fabricação, além das considerações do Codex Alimentarius e do FDA (VILLADIEGO et al. 2005; ANVISA, 2009).

Atualmente, tem se dispensado grande atenção ao potencial de aplicação de polímeros naturais, tais como proteínas e polissacarídeos, como coberturas de frutos e hortaliças, com o objetivo de reduzir as taxas de respiração e transpiração. Isso decorre do alto coeficiente de permeabilidade seletiva ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ) conferido por tais substâncias e ao incremento das propriedades mecânicas, de forma a auxiliar na manutenção da integridade estrutural do tecido vegetal (HERNANDEZ-MUNOZ et al., 2006).

Um papel importante desempenhado pelo biofilme é a redução da troca de vapor de água entre o produto e o ambiente. A propriedade de barreira dos biofilmes depende tanto do coeficiente de difusão molecular quanto da solubilidade da matriz em água (SRINIVASAA; RAMESHB; THARANATHAN, 2007). Os polissacarídeos, em geral, em função de sua natureza hidrofílica, são sensíveis à umidade, tendendo a apresentar alta permeabilidade ao vapor de água, o que poderia restringir sua aplicação (BERTAN; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005). Várias alternativas vêm sendo empregadas para melhorar as propriedades mecânicas e de barreira à água desses filmes, incluindo a incorporação de compostos hidrofóbicos (AYRANCI; TUNC, 2001; XU; CHEN;SUN, 2001; BATISTA; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005; VARGAS et al., 2006; 2009;TAPIA et al., 2008), de forma a otimizar a interação entre polímeros e a formação de ligações cruzadas (PARK et al., 2001).

Dentre os compostos hidrofóbicos empregados na obtenção de coberturas com melhores propriedades de barreira ao vapor de água destacam-se os lipídios. As coberturas elaboradas através da combinação de polissacarídeos ou proteínas com lipídios, para aumentar sua hidrofobicidade, são chamadas de coberturas compostas. As coberturas compostas apresentam uma estrutura heterogênea, ou seja, são compostas de uma matriz contínua com algumas inclusões, como glóbulos de lipídios no caso de uma emulsão, ou partículas sólidas no caso de substâncias não solúveis (DEBEAUFORT; QUEZADA-GALLO; VOILLEY, 1998). Quezada Gallo et al. (2000), empregando filmes compostos, elaborados a partir de emulsões de metilcelulose e diferentes lipídios (óleo de cera de parafina, triglicerídeos), observaram que eles apresentavam melhor barreira ao vapor de água que os à base de metilcelulose sem lipídios, e que a permeabilidade ao vapor de água era influenciada pela natureza do lipídio. Colla et al. (2006) verificaram que o emprego

de coberturas compostas de amaranto e ácido esteárico promoveu a manutenção da qualidade de morangos por dezesseis dias de armazenamento refrigerado à 7°C, no entanto, foi verificado que a adição do ácido esteárico tornou as coberturas amareladas e opacas.

As coberturas podem também agir como carreadoras de aditivos alimentícios para a superfície do alimento (RIBEIRO et al., 2007). Segundo Ouattara et al. (2000), compostos incorporados às coberturas podem migrar lentamente para a superfície do produto, mantendo assim uma ação constante. As coberturas têm sido empregadas para veicular antioxidantes, antimicrobianos, entre outros, para a superfície de frutos e hortaliças (VILLADIEGO et al., 2005; LIN;ZHAO, 2007; RIBEIRO et al., 2007; HERNANDEZ-MUÑOZ et al. 2008; CE, 2009).

Os antioxidantes são adicionados aos revestimentos comestíveis a fim de aumentar a estabilidade e conservar o valor nutricional e a cor dos produtos alimentares. Os dois tipos de antioxidantes alimentares mais utilizados em coberturas são os ácidos (incluindo os seus sais e ésteres) e os compostos fenólicos (RIBEIRO, 2005).

O ácido ascórbico (AA), devido ao seu poder redutor, apresenta efeito protetor contra o escurecimento desenvolvido durante os bioprocessos (PARK et al., 2001). A incorporação de ácido ascórbico em filmes à base de metil-celulose e ácido esteárico reduziu a permeabilidade ao oxigênio do filme (AYRANCI; TUNC, 2003). O ácido ascórbico adicionado em coberturas à base de carboximetilcelulose/proteína de soja foi mais eficaz no retardamento do escurecimento de maçãs e batatas cortadas do que quando aplicado em solução aquosa. Isso se deve ao fato de que o ácido ascórbico, dentro da matriz do biopolímero, é mais estável e menos propenso à apresentar degradação oxidativa (BALDWIN et al., 1996). A incorporação de 1% de AA em coberturas à base de soro de leite foi efetiva na redução do escurecimento de maçãs minimamente processadas (PEREZ-GAGO et al., 2006).

O cloreto de cálcio pode ser incorporado em revestimentos para melhorar a textura e controlar o desenvolvimento microbiano em produtos alimentares (RIBEIRO, 2005), apresentando maior efetividade do que quando veiculado ao alimento através de imersões em soluções de cálcio (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2006).

O papel do cálcio na manutenção da qualidade de frutos e hortaliças é bastante conhecido. O aumento do conteúdo de cálcio na parede celular do tecido

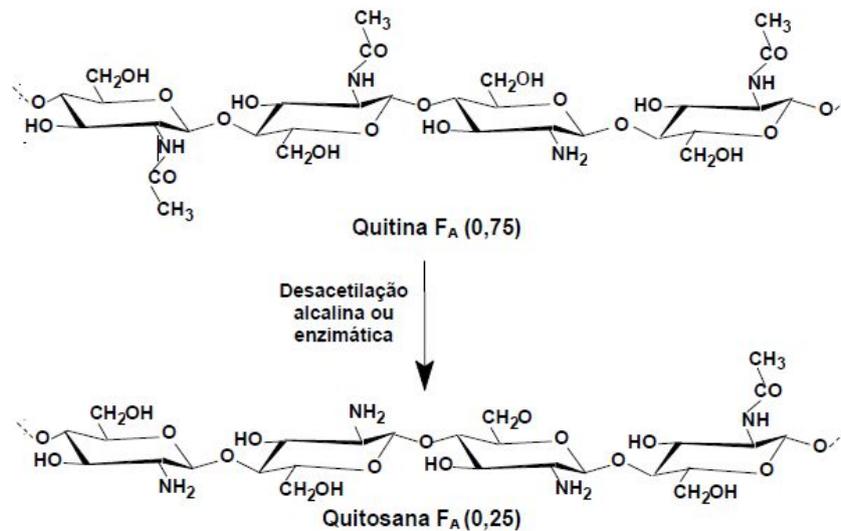
vegetal pode auxiliar no retardamento do amolecimento, do desenvolvimento fúngico e da incidência de desordens fisiológicas (HERNANDEZ-MUNOZ et al., 2006). As substâncias pécticas são ligadas de maneira inter e intramolecular pelo cálcio e são responsáveis pela rigidez dos tecidos, aumentando a estabilidade do complexo e limitando sua vulnerabilidade ao ataque por enzimas pectolíticas.

### 2.2.2. Quitosana

Coberturas de diferentes naturezas têm sido empregadas para preservar a qualidade pós-colheita do morango (DEL-VALLE et al., 2005; COLLA et al., 2005; CAMPOS e RODOVALHO, 2009; FAN et al., 2009; GARCIA, 2009). Dentre os polímeros que servem de bases a essas coberturas destaca-se a quitosana (EL GHAOUTH et al., 1991; PARK et al., 2005; HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2006; 2008; RIBEIRO et al., 2007).

A quitosana é um polissacarídeo linear de  $\beta$ -(1-4)-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose obtido através da desacetilação parcial da quitina, o segundo polímero mais abundante presente na natureza depois da celulose (PARK et al., 2001; THARANATHAN; KITTUR, 2003). A quitina apresenta uma estrutura repetida de poli-  $\beta$ -(1-4)-N-acetil-D-glicosamina e é especialmente abundante em invertebrados marinhos (carapaça de crustáceos, lagostas, camarões, caranguejos e siris), em insetos e em bolores e leveduras (PARK et al., 2001; STREIT, 2004; SEBTI et al., 2005). As estruturas básicas da quitina e da quitosana são apresentadas na Figura 1.

Durante a reação de obtenção da quitosana, os grupamentos acetamido ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) da quitina são transformados, em graus variados, em grupos amino ( $-\text{NH}_2$ ), dando origem à quitosana. Portanto, quitosana é o nome atribuído genericamente ao polímero onde o número de unidades monoméricas contendo o grupamento  $\text{NH}_2$  é suficiente para tornar o polímero solúvel em ácidos fracos (SILVA, 2000; PARK et al., 2001; THARANATHAN; KITTUR, 2003).



**Figura 1.** Estrutura da quitina e da quitosana (OLIVEIRA JUNIOR, 2006)

Quitina e quitosana são pós brancos e inodoros (THARANATHAM; KITTUR, 2003). A quitosana é insolúvel em água, mas solúvel em soluções de ácidos orgânicos (NO et al., 2007). Coberturas à base de quitosana podem ser utilizadas com segurança para prolongar a vida útil e manter a qualidade de alimentos processados frescos e congelados devido à sua natureza não tóxica e biodegradável e à sua disponibilidade comercial (KESTER; FENNEMA, 1986; HOSOKAWA et al., 1990; THARANATHAM; KITTUR, 2003). Esse polissacarídeo é um ingrediente comum em alimentos no Japão e sua aprovação oficial está em curso na Europa, onde é utilizado em dietas como imobilizador de gordura, podendo reduzir a taxa de colesterol do organismo humano em 20 a 30% e como fibra envolvida no tempo de trânsito intestinal (SEBTI et al., 2005). No Brasil, a quitosana pode ser incorporada em alimentos, recebendo este alimento a alegação de propriedade funcional por auxiliar na redução da absorção de gordura e colesterol, quando a quantidade de quitosana fornecida pelo produto seja de 3 ou 1,5g, respectivamente, para alimentos sólidos e líquidos (ANVISA, 2009).

A quitosana pode ser empregada na obtenção de coberturas ideais para frutos frescos em virtude de suas excelentes propriedades bioquímicas, de barreira aos gases e de formação de filmes, aliada à sua ação antimicrobiana (HAN et al., 2004, 2005; NO et al., 2007). Devido à sua capacidade de formar revestimentos semipermeáveis, a quitosana pode modificar a atmosfera interna minimizando a

senescência dos frutos e prolongando seu armazenamento (DU et al. 1997; CARRILO-LOPEZ et al., 2000; FAN et al., 2009). Diferentes frutos revestidos com quitosana, apresentaram redução na atividade respiratória e na perda de água, dentre os quais, destacam-se tomates, morangos, longan, maçãs e mangas (EL GHAOUTH et al., 1992; 1997; DU et al., 1997, 1998; JIANG; LI, 2001).

O mecanismo da atividade antimicrobiana da quitosana ainda não foi bem esclarecido, mas várias hipóteses têm sido postuladas. A hipótese mais plausível está relacionada à alteração da permeabilidade celular devido às interações entre a quitosana policatiônica e as cargas eletronegativas na superfície celular. Essas interações levam à alteração da permeabilidade celular e à liberação de eletrólitos e constituintes protéicos intracelulares. Outros mecanismos são a interação de produtos de hidrólise difusos com o DNA microbiano, o que leva à inibição do mRNA e síntese protéica e a quelação de metais e nutrientes essenciais (DEVLIEGHIERE et al., 2004). A interação eletrostática entre as moléculas de quitosana e os grupos negativamente carregados encontrados na membrana celular ocorre devido à carga positiva no carbono dois (C-2) dos monômeros de glicosamina a pH abaixo de 6, o que torna o polímero quitosana mais solúvel e com melhor atividade antimicrobiana comparado a quitina (CHEN et al., 1998). Esta importante propriedade do polímero quitosana, a capacidade de se protonar em soluções ácidas, é devido à presença de aminas na molécula que se ligam a prótons.

Dentre as alterações causadas pela quitosana que levam ao controle do desenvolvimento fúngico estão a inibição ou o retardamento do desenvolvimento de micélio, a inibição ou redução da esporulação e/ou da viabilidade dos esporos e as alterações na morfologia do fungo (EL GHAOUTH et al., 1992; 1997; OLIVEIRA JUNIOR, 2006; RAHMAN et al., 2008). O efeito da aplicação de quitosana sobre podridões causadas por *B. cinerea* e *R. stolonifer* foi relatado por El Ghaouth et al. (1992), demonstrando seu efeito *in vitro* na inibição da germinação de esporos, da alongação do tubo germinativo e do crescimento da colônia. O efeito da quitosana sobre as podridões está relacionado à preservação da integridade da membrana e à redução da produção de poligalacturonase pelo fungo *B. cinerea*, bem como ao dano direto nas células da hifa, limitando a habilidade do patógeno de colonizar o tecido (EL GHAOUTH et al., 1997). Park et al. (2005) relataram que coberturas comestíveis à base de quitosana apresentaram efeito antifúngico contra *Rhizopus* sp. e *Cladosporium* sp. em morangos frescos inoculados. Em estudo *in vivo*, El

Ghaouth et al. (1992) 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%.

O nível de inibição fúngica da quitosana está correlacionado com sua concentração (RAHMAN et al., 2008). No entanto, Sebti et al. (2005) relataram que filmes de quitosana se mostraram bastante eficazes no controle do desenvolvimento superficial de *Aspergillus niger in vitro*, mesmo quando presente em baixas concentrações no filme. Liu et al. (2007) relataram que a aplicação de quitosana 1% em tomates mantidos a 25 e a 2°C foi efetiva no controle da podridão cinza e azul, causadas por *B. cinerea* e *P. expansum*, respectivamente. Liu et al. (2007) ainda observaram que 0,5% de quitosana foi suficiente para inibir completamente a germinação de *P. expansum*. A exposição de *B. cinerea* e *P. expansum* à quitosana provocou danos na membrana citoplasmática, comprometendo sua integridade. El Ghaouth et al. (1997) relataram que a aplicação de coberturas à base de quitosana em pimentão controlou o desenvolvimento de *Botrytis cinerea*, sugerindo que a quitosana tenha interferido no crescimento necrotrófico de *B. cinerea*.

Han et al. (2005) estudaram o emprego da quitosana no armazenamento de morangos, observando que esta é um conservante ideal quando usada como base para cobertura comestível devido a suas propriedades antifúngicas. 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 somente no dia zero.

Vargas et al. (2006) adicionaram ácidos graxos e ésteres de ácidos graxos aos filmes à base de quitosana, obtendo maior resistência à transmissão de vapor de água com a incorporação de ácido láurico ou butírico. Quando ácido oléico foi incorporado às coberturas de quitosana, foi observada uma intensificação do efeito da cobertura sobre a qualidade mecânica e a cor dos morangos, limitando o desenvolvimento de fungos, melhorando a resistência ao vapor de água e reduzindo a taxa de respiração durante o armazenamento refrigerado (VARGAS et al., 2006). Ácidos graxos, como esteárico, oléico e palmítico têm sido empregados em coberturas comestíveis por apresentarem caráter hidrofóbico (AYRANCI; TUNC;

2001; 2003). A incorporação de ácido palmítico ou esteárico em filmes à base de quitosana promoveu redução na permeabilidade ao oxigênio dos filmes (SRINIVASA; RAMESH; THARANATHAN, 2007).

Outros trabalhos avaliaram o efeito combinado da ação dos agentes antimicrobianos, antioxidantes, nutrientes, corantes e flavorizantes quando adicionados nos filmes elaborados a partir da quitosana (CHEN, 1999; PARK et al. 2004; CE, 2009). Menor perda de água e maior intensidade de brilho superficial foram observados quando coberturas à base de quitosana contendo cálcio foram comparadas às coberturas à base de amido e carragenana contendo cálcio. Adicionalmente, verificou-se que estes frutos apresentaram menor taxa de crescimento fúngico, provavelmente devido às propriedades fungistáticas e/ou à sua habilidade de induzir enzimas de defesa e fitoalexinas em plantas (RIBEIRO et al., 2007). Hernandez-Muñoz et al. (2008) verificaram impedimento completo no desenvolvimento fúngico durante o armazenamento quando cálcio foi adicionado à cobertura de quitosana 1%, enquanto que a cobertura sem a adição de cálcio causou somente uma ligeira redução no desenvolvimento de fungos (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2008).

A adição de ácido ascórbico aos filmes à base de quitosana ou de quitosana combinada com carragenana, alterou suas propriedades mecânicas e diminuiu sua permeabilidade ao vapor de água (PARK et al., 2001).

### **3 ARTIGOS CIENTÍFICOS**

Artigo 1 – Efeito de coberturas comestíveis à base de quitosana, cálcio e ácidos graxos na qualidade pós-colheita de morangos

Artigo 2 – Uso de coberturas comestíveis em morangos acondicionados sob refrigeração e condição ambiente

## **Artigo 1 – Efeito de coberturas comestíveis à base de quitosana, cálcio e ácidos graxos na qualidade pós-colheita de morangos**

Artigo formatado para a revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.

### **Relevância do trabalho:**

A cultura do morango geralmente é praticada pelo pequeno produtor rural, que utiliza a mão-de-obra familiar desde o preparo do solo e plantio das mudas até a colheita, sendo esta a principal fonte de renda da família. O morango é um fruto altamente perecível apresentando uma vida útil muito curta em virtude de alterações como a perda de firmeza, desidratação e podridão fúngica. Alternativas que propiciem a manutenção da qualidade pós-colheita desse fruto por um período mais longo, como o emprego de coberturas comestíveis, são fundamentais para diminuir as perdas pós-colheita e propiciar um incremento na renda dos produtores e sua permanência no campo.

**Título do trabalho:** Efeito de coberturas comestíveis à base de quitosana, cálcio e ácidos graxos na qualidade pós-colheita de morangos

**Título do trabalho em inglês:** Effect of chitosan, calcium and fat acid based edible coating on strawberry post-harvest quality

**Título do trabalho para cabeçalho:** Coberturas comestíveis de quitosana, cálcio e ácidos graxos na qualidade de morango

**Cristina Simões da Costa<sup>1</sup>**

**Lucimara Rogéria Antonioli<sup>2</sup>**

**Miqueli Terezinha Schenato<sup>3</sup>**

**Jorge Adolfo Silva<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindústria I - DCTA – FAEM - UFPEL  
Pelotas, RS, 96010-900, Brasil. cristina.costa@bento.ifrs.edu.br*

*<sup>2</sup>Embrapa Uva e Vinho, CP.130, Bento Gonçalves, RS, 95700-000, Brasil.*

*<sup>3</sup>Curso Superior de Ciência e Tecnologia em Alimentos – IFRS-Campus Bento  
Gonçalves – Av. Osvaldo Aranha, 540, Bento Gonçalves, 95700-000, Brasil.*

Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Faculdade de Agronomia  
Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas.

Embrapa Uva e Vinho

## RESUMO

A aplicação de coberturas comestíveis à base de quitosana contendo cálcio e ácidos graxos visando a promover a manutenção da qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas durante o armazenamento refrigerado foi avaliada. Três coberturas foram estudadas: quitosana + cloreto de cálcio (QC); quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico (QCAO); quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico (QCAE). Após aplicação das coberturas, os frutos foram mantidos por 10 dias, a  $0 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $75 \pm 5\% \text{UR}$ . A firmeza, o pH, a acidez titulável, o conteúdo de sólidos solúveis e a cor não apresentaram variação significativa ao final do armazenamento, não sendo verificada diferença entre os tratamentos quando comparados ao controle. A cobertura QC apresentou efeito significativo na redução da podridão fúngica, verificando-se ao final do armazenamento uma redução de 83% com relação aos frutos controle. Os frutos que receberam cobertura QC apresentaram a mesma aceitação que os frutos não cobertos até o terceiro dia de armazenamento. Coberturas à base de quitosana e cálcio podem aumentar o período de conservação de morangos refrigerados pelo controle da podridão fúngica, no entanto, a adição de ácidos graxos a essas coberturas não proporciona ganho adicional na manutenção da qualidade.

**Palavras-chave:** película; conservação; polissacarídeo; aditivos

## ABSTRACT

The ability of chitosan-based edible coatings added of calcium and fat acids in maintaining postharvest quality of strawberries (*Fragaria ananassa* cv. *Aromas*) during refrigerated storage was evaluated. Three coatings were studied: chitosan + calcium chloride (QC), . chitosan + calcium chloride + oleic acid (QCAO), and chitosan + calcium chloride + stearic acid (QCAE). After coatings were applied, the fruits were stored at  $+ 2^\circ\text{C}$  e  $75 \pm 5\% \text{HR}$  for 10 days. Firmness, pH, titratable acidity, content of soluble solids and, color weren't affected significantly at the end of storage, and no differences between treatment were observed. QC coating affected significantly fungal decay promoting 83% reduction compared to non coated fruits. Fruits coated with QC coating presented same acceptability of non coated fruits until third day of storage. Chitosan and calcium coatings can extend shelf life of strawberry in refrigerated storage by controlling fungal decay, nevertheless, fat acid addition to these coatings didn't promote additional gain on fruit quality maintenance.

**Key-words:** pellicule; conservation; polisaccharide, aditives

## 1.Introdução

O cultivo de pequenas frutas tem despertado a atenção e o interesse de produtores, comerciantes e consumidores (PAGOT;HOFFMANN, 2004). No Brasil, o morango (*Fragaria X ananassa* Duch.) é a espécie do grupo das pequenas frutas

com maior área cultivada e maior tradição no cultivo, especialmente nas regiões Sudeste e Sul, estando sua principal área de produção concentrada no Estado de Minas Gerais, maior produtor, seguido por Rio Grande do Sul e São Paulo (PAGOT; HOFFMANN, 2004; IEA, 2007). No Rio Grande do Sul, destacam-se na produção desse fruto as regiões da Serra Gaúcha, Vale do Caí e Pelotas. Esses frutos são destinados à industrialização ou ao consumo *in natura* (ANTUNES, 2002).

A comercialização dos frutos *in natura* tem como limitante a rápida perda de qualidade pós-colheita (DEL-VALLE, 2005; CIA et al., 2007), sendo a vida útil do morango fresco de aproximadamente 5 dias quando mantido a baixas temperaturas (0 a 4°C) (HAN et al., 2004; VARGAS et al., 2006). A infecção fúngica desempenha papel determinante na vida útil dos pequenos frutos, sendo o mofo responsável pela podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*) a espécie mais encontrada (HAFFNER et al., 2002). Além da grande susceptibilidade à degradação fúngica, (HAN et al., 2005; VARGAS et al., 2006; HAFFNER et al., 2002) são considerados fatores limitantes à vida útil do morango sua fragilidade e alta taxa respiratória (GONÇALVES et al., 2004; HAN et al., 2005).

Dentre as principais mudanças que ocorrem no morango durante o período de armazenamento estão a redução da firmeza (VICENTE et al., 2005) e a perda de água (GONÇALVES et al., 2004). A firmeza do fruto tende a reduzir principalmente devido à hidrólise enzimática dos ácidos pécticos nas paredes celulares, com a conseqüente perda de fluidos, enquanto que a perda de água decorre do processo de transpiração do fruto, levando à desidratação e à depreciação da qualidade do produto (CAMARGO et al., 2000; SOUZA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2004).

A perda de firmeza dos frutos favorece o crescimento microbiano, uma vez que a maceração do tecido disponibiliza os nutrientes adequados ao desenvolvimento de microrganismos (RIBEIRO et al., 2007). Dessa forma, alternativas que auxiliem na redução da perda de firmeza podem resultar no prolongamento da vida útil do fruto através do controle do desenvolvimento microbiano. A adição de cálcio aos frutos tem se mostrado eficiente na manutenção da firmeza, promovendo maior resistência ao amaciamento dos tecidos e portanto, resultando em menor degradação fúngica (CONWAY; SAMS, 1984; CHAIRPRASART et al., 2006; HERNADEZ-MUÑOZ et al., 2006; EL-MOUGY et al., 2008). De acordo com Garcia et al. (1996) a aplicação de cálcio diretamente na superfície de amoras e morangos por meio de imersão em solução de cloreto de

cálcio, possibilitou o controle da deterioração dos frutos, mantendo sua firmeza e teor de sólidos solúveis sem interferir na qualidade sensorial. No entanto, seu efeito pode ser otimizado através de sua incorporação em coberturas comestíveis, possibilitando uma liberação gradual e contínua na superfície dos frutos (LEE et al., 2003; HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2006; TAPIA et al., 2008).

O emprego de coberturas 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). Em frutos e hortaliças, as coberturas promovem ainda a manutenção da qualidade através do controle da respiração, pela promoção de atmosfera modificada no interior do fruto devido à barreira ao O<sub>2</sub> e ao CO<sub>2</sub> que conferem. A diminuição da taxa respiratória e conseqüente redução das reações metabólicas, promovidas pela diminuição nos níveis de O<sub>2</sub> e aumento de CO<sub>2</sub>, atrasam o metabolismo e a senescência dos frutos por reduzirem a utilização de carboidratos, ácidos orgânicos e outras reservas (CIA et al., 2007). Além disso, o emprego de coberturas comestíveis pode controlar a desidratação, melhorar a textura, auxiliar na manutenção da integridade mecânica e na retenção de compostos voláteis do flavor, bem como, promover a redução do crescimento microbiano, carrear ingredientes e/ou melhorar as características de manuseio do alimento (KESTER; FENNEMA, 1986; DEBEUFORT et al., 1998; AZEREDO, 2003; PARK et al., 2005; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005; LIN; ZHAO, 2007). Coberturas de diferentes naturezas vêm sendo empregadas no controle dessas alterações e no prolongamento da vida útil de frutos frescos ou minimamente processados (PEREZ-GAGO, 2003; HAN et al., 2005; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005; RIBEIRO et al., 2007; TAPIA et al., 2008). Dentre as coberturas de natureza polissacarídica, as coberturas à base de quitosana têm se destacado nos estudos realizados (LI; NYU, 2000; DONG et al., 2004; CAMILI et al., 2007; CHIEN et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007; CAMPANIELLO et al., 2008). A quitosana é um polissacarídeo catiônico biodegradável de alto peso molecular obtido pela desacetilação da quitina, tendo apresentado ação antimicrobiana contra vários fungos (EL GHAOUTH et al., 1992; SEBTI et al., 2005; EL-MOUGY et al., 2008; BADAWEY; RABEA, 2009). Essa biomolécula pode ser empregada na obtenção de uma cobertura ideal para frutos frescos em virtude de suas excelentes propriedades bioquímicas, de barreira a gases e de formação de filmes, aliada à sua ação antimicrobiana (HAN et al., 2004,

2005; NO et al., 2007). Devido à sua capacidade de formar revestimentos semipermeáveis, a quitosana pode modificar a atmosfera interna minimizando a senescência dos frutos (DU et al. 1997; CARRILO-LOPEZ et al., 2000; FAN et al., 2009). No entanto, a quitosana apresenta natureza hidrofílica, o que pode resultar em permeabilidade relativamente alta da cobertura ao vapor de água, afetando a desidratação do fruto durante o armazenamento (VARGAS et al., 2006). A adição de materiais lipídicos em coberturas hidrofílicas pode melhorar sua barreira à umidade e intensificar o efeito conservativo da cobertura (AZEREDO, 2003; PEREZ-GAGO et al., 2003; VARGAS et al., 2006). A fim de aumentar a barreira ao vapor de água de coberturas à base de quitosana, Wong et al. (1992) adicionaram ácidos graxos e ésteres de ácidos graxos a filmes à base de quitosana, obtendo menor permeabilidade ao vapor quando ácido láurico ou butírico foram incorporados. Quando ácido oléico foi incorporado às coberturas de quitosana, foi observada uma intensificação do efeito da cobertura sobre a qualidade mecânica e sobre a cor de morangos, limitando o desenvolvimento de fungos, melhorando a resistência ao vapor de água e reduzindo a taxa de respiração durante o armazenamento refrigerado (VARGAS et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de coberturas comestíveis à base de quitosana contendo cálcio, ácido oléico ou ácido esteárico na qualidade pós-colheita de morangos durante o armazenamento refrigerado.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1. Materiais*

Morangos (*Fragaria X ananassa Duch.*) cv. Aromas, cultivados em Caxias do Sul (RS, Brasil, latitude: 29° 10' 05"S e longitude: 51° 10' 06" W), foram submetidos aos tratamentos 24h após a colheita. Morangos de mesmo estágio de maturação (80% coloração vermelha) e sem sinais de dano mecânico ou deterioração fúngica foram selecionados e desinfetados segundo VARGAS et al. (2006) por meio de imersão, durante 1 minuto, em solução de hipoclorito de sódio 10mg.L<sup>-1</sup>, seguida de enxágüe por imersão em água destilada. Quitosana comercial (Quimer), Ácido Láctico 85% (Synth), Ácido Oléico (Synth), Cloreto de Cálcio P.A. (Synth), Ácido Esteárico P.A. (Synth) foram empregados na obtenção das soluções de cobertura.

## 2.2. Preparo das soluções de cobertura

Quitosana (1% p/v) foi dissolvida em solução aquosa de ácido láctico (1% v/v) e homogeneizada por 1 minuto. Logo após, foi adicionado cloreto de cálcio (1% p/v) e a solução foi homogeneizada por 1 minuto. Esse tratamento foi denominado QC. Na solução de cobertura contendo ácido oléico, o ácido foi adicionado na solução QC até atingir a concentração de 1,5% (v/v). A solução foi homogeneizada por 1 minuto, sendo denominada QCAO. Na solução de cobertura contendo ácido esteárico, a água foi aquecida inicialmente até alcançar 80°C para possibilitar a dissolução do ácido esteárico, sendo então dissolvidos, a quitosana (1% p/v) e o cloreto de cálcio (1% p/v) como descrito para a solução QC, logo em seguida, foi adicionado o ácido esteárico até alcançar concentração de 1,5% (p/v) e homogeneizado até completa dissolução, sendo denominada, solução QCAE.

## 2.3. Processamento dos morangos

Os morangos foram imersos na solução de cobertura por 1 minuto, sendo logo após, escorridos com o auxílio de uma peneira. As amostras submetidas ao tratamento com a solução QCAE receberam a cobertura logo após o preparo da solução, a qual se encontrava a 80°C. Os frutos foram mantidos sob refrigeração durante 90 minutos para secagem da cobertura, sendo, em seguida embalados em bandejas de poliestireno expandido (cerca de 300g – 15 frutos por bandeja) e cobertos com filme de policloreto de vinila (PVC) esticável, utilizando-se uma seladora. Os frutos foram armazenados por 10 dias, a  $0 \pm 2^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $75 \pm 5\%$ . Foi realizada uma avaliação físico-química inicial do fruto antes da aplicação da cobertura, no dia do processamento (dia 0). As amostras foram avaliadas através de análises físico-químicas após 3 e 10 dias de armazenamento. A cada dia de análise, foram avaliadas 3 repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por uma bandeja contendo 15 frutos.

## 2.4. Firmeza

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

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

No suco extraído a partir da homogeneização de 15 frutos por centrifugação (centrífuga juicer Walita, RI1854) foram avaliados, segundo a A.O.A.C. (1995), o pH em pHmetro 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 (%).

### 2.6. Cor

A cor foi determinada usando-se um colorímetro (CM508D – Minolta Company, Toquio, Japão) com diâmetro de janela de 10mm. Foram realizadas duas medições em cada um dos 15 morangos que compunham o tratamento, para cada tempo de armazenamento. As coordenadas CIE- $L^*a^*b^*$  e croma ( $C_{ab}$ ) (CIE, 1986) foram obtidos pelo espectro de reflexão das amostras utilizando iluminância D65 /10°. Neste sistema,  $L^*$  indica a luminosidade,  $a^*$  indica a coordenada que varia do verde (-60) ao vermelho (+60) e  $b^*$  indica a coordenada que varia do azul (-60) ao amarelo (+60).

### 2.7. Podridão fúngica

Os morangos que apresentaram qualquer sinal de desenvolvimento de micélio na superfície foram considerados deteriorados. Os resultados foram expressos como percentagem de morangos infectados.

### 2.8. Análise sensorial

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). 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.

### *2.9. Análise estatística*

O software Statistica 6.0 (StatSoft, USA) foi usado para calcular a análise de variância (ANOVA). O teste de comparação de médias de Tukey foi usado para determinar as diferenças significativas dos atributos avaliados em um intervalo de confiança de 95%.

## **3. Resultados e Discussão**

### *3.1. Firmeza*

Dentre as principais mudanças que ocorrem no morango durante o período de armazenamento, está a redução da firmeza (VICENTE et al., 2005). O amolecimento considerável que os morangos sofrem durante a senescência ocorre principalmente como resultado da degradação da lamela média da parede celular do parênquima cortical das células (PERKINS-VEAZIE, 1995). Outras características que influenciam a firmeza do fruto são a força da parede celular, contato célula-célula e turgor celular (HARKER et al., 1997).

As amostras submetidas aos diferentes tratamentos não diferiram estatisticamente com relação à firmeza durante todo período de armazenamento (Figura 1). Contrariamente, Zhang et al. (1998) verificaram que morangos e framboesas apresentaram maior firmeza quando cobertos com quitosana. A aplicação de cobertura de quitosana em pêssegos também resultou na manutenção de sua firmeza (LI; YU, 2000).

Não foi observado efeito do cálcio no retardamento da perda de firmeza de morangos com relação aos frutos não cobertos, contrariando vários trabalhos em que o cálcio foi adicionado aos frutos tanto por imersão em solução de cloreto de cálcio (GARCIA et al., 1996; HERNADEZ-MUÑOZ et al., 2005; CHAIRPRASART et al., 2006) quanto através de sua incorporação em coberturas (LEE et al., 2003; HAN et al., 2004; HERNADEZ-MUÑOZ et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; ROJAS-GRAU et al., 2008; TAPIA et al., 2008).

A incorporação de lipídeos nas coberturas não exerceu influência significativa sobre a firmeza dos frutos, contrariando os resultados encontrados por TANADA-

PALMU et al. (2005), que relataram um aumento da firmeza de morangos quando lipídios foram adicionados à coberturas à base de glúten.

### *3.2.pH, Sólidos Solúveis e Acidez titulável*

Ao terceiro dia de armazenamento os frutos cobertos com a solução QC apresentaram pH mais elevado que os demais, sendo que o controle apresentou o menor valor de pH diferindo também dos frutos com cobertura contendo ácidos graxos que não diferiram entre si (Tabela 1). Apenas as amostras cobertas com a solução QC sofreram redução significativa do pH durante o armazenamento, muito embora ao final do armazenamento não tenha sido verificada diferença significativa entre o pH dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos. Esse resultado encontra respaldo no trabalho de Vargas et al. (2006), que não observam variação significativa do pH em morangos cobertos com quitosana e ácido oléico durante o armazenamento. Também Ce (2009) não observou variação significativa do pH de morangos minimamente processados cobertos com solução de quitosana durante 14 dias de armazenamento. Contrariamente, Han et al. (2004) e Hernandez-Muñoz et al. (2006) relataram um aumento significativo do pH ao longo do armazenamento de morangos com e sem cobertura de quitosana, mas observaram que a cobertura de quitosana retardou as alterações de pH dos frutos.

O teor de sólidos solúveis dos morangos não foi influenciado pela cobertura, não sendo verificado efeito do tempo de armazenamento ou do tratamento aplicado nos frutos durante todo o período de armazenamento (Tabela 1). Este resultado está de acordo com Ribeiro et al. (2007), que não observaram diferença significativa no teor de sólidos solúveis de morangos cobertos com quitosana e cálcio durante o armazenamento refrigerado. Souza et al. (1999), de maneira semelhante, relataram que morangos frescos submetidos a um tratamento com cálcio não apresentaram diferenças significativas no teor de sólidos solúveis durante o tempo de armazenamento.

No terceiro dia de armazenamento, a acidez titulável dos frutos que receberam as coberturas Q e QCAO foi estatisticamente menor que a dos frutos não cobertos, não havendo diferença entre as coberturas empregadas. Ao final do armazenamento, no entanto, não foi verificada diferença significativa entre a acidez dos frutos cobertos e não cobertos. Durante o período de armazenamento, não houve variação significativa da acidez dos frutos, independente do tratamento. Hernandez-

Muñoz et al. (2006) também não observaram diferença significativa na acidez titulável de morangos com cobertura de quitosana contendo cálcio. Os teores de acidez dos frutos não-climatéricos, como o morango, tendem a cair durante o seu armazenamento devido ao processo respiratório e à conversão dos ácidos em açúcares, característica da senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Vários trabalhos (EL GHAOULTH et al., 1991; GARCIA et al., 1998; HAN et al., 2004) relataram uma redução significativa da acidez titulável ao longo do armazenamento de morangos com e sem cobertura de quitosana, como resultado da senescência do fruto. Em morangos cobertos com coberturas à base de amido ou glúten foi relatado o mesmo comportamento (GARCIA et al., 1998; TANADA-PALMU et al., 2005).

### 3.3. Deterioração fúngica

Os morangos se deterioram durante o armazenamento como resultado da senescência, desidratação e deterioração fúngica. Dentre os fungos frequentemente relatados como responsáveis pela deterioração fúngica de morangos, destacam-se *Botrytis cinerea* (podridão cinzenta) e *Rhizopus* sp (podridão mole) (PARK et al., 2005). O controle de *B. cinerea* é importante durante o armazenamento refrigerado porque o fungo se desenvolve a baixas temperaturas ( $-0,5^{\circ}\text{C}$ ) e se dissemina rapidamente (ROMANAZZI et al., 2007).

Neste trabalho, a incidência de podridão fúngica foi avaliada ao final do período de armazenamento (Figura 2). O emprego da cobertura QC apresentou efeito significativo na redução da podridão fúngica, verificando-se uma redução de 83% nos frutos cobertos com solução QC quando comparados com o desenvolvimento observado no controle. Os frutos que receberam as coberturas QCAO e QCAE apresentaram reduções 54 e 66%, respectivamente, com relação ao controle, embora essas reduções não tenham sido estatisticamente significativas. Estes resultados estão de acordo com os observados por outros autores que usaram cobertura de quitosana em morangos (HAN et al., 2004; VARGAS et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; EL-MOUGY et al. 2008; HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2008) e em outros frutos, tais como pêra japonesa, pêssego, kiwi e uva (DU et al., 1997; ROMANAZZI et al., 2007). A efetividade da aplicação de coberturas à base de outros componentes no controle da incidência de fungos foi relatada por vários autores (TANADA-PALMU et al., 2005; COLLA et al. 2006). De um modo geral, as coberturas podem reduzir a podridão fúngica pelo retardamento da senescência, que

torna o fruto mais vulnerável à infecção patogênica como resultado da perda da integridade celular ou do tecido vegetal. Nas coberturas à base de quitosana, no entanto, além da ação inerente às demais coberturas é observado seu efeito fungistático. A capacidade da quitosana de inibir o crescimento de vários fungos em pós-colheita tem sido demonstrada em uma grande variedade de vegetais. De acordo com El Ghaouth et al. (1992), a atividade antimicrobiana da quitosana em morangos parece estar relacionada com a habilidade deste polímero em causar dano celular severo ao fungo e interferir na secreção de poligalacturonase, ao invés de induzir a ação de enzimas de defesa.

O cálcio, de maneira semelhante, pode exercer efeito antimicrobiano quando aplicado nos frutos. A influência do cálcio no desenvolvimento fúngico em frutos foi verificada em estudos realizados com morangos imersos em soluções de sais de cálcio e armazenados tanto a 18°C (GARCIA et al., 1996) quanto em temperaturas de refrigeração (LACERDA et al., 1999). A redução da deterioração pós-colheita por ação de tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  foi relatada em maçãs (CONWAY; SAMS, 1984). Neste trabalho, o emprego de cálcio provavelmente exerceu ação protetora contra deterioração fúngica, corroborando os resultados encontrados por Hernandez-Muñoz et al. (2008) que verificaram impedimento completo no desenvolvimento fúngico durante o armazenamento quando cálcio foi adicionado à cobertura de quitosana 1%, enquanto que a cobertura sem a adição de cálcio causou somente uma ligeira redução do desenvolvimento de fungos (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2008). Ribeiro et al. (2007) relataram maior redução na taxa de crescimento microbiano nas amostras em que foram aplicadas coberturas de quitosana incorporadas de cálcio. A incorporação de cálcio no tecido do fruto promove ligações cruzadas entre homogalacturonanas aniônicas, fortalecendo a parede celular e particularmente, a lamela média, a qual é responsável pela manutenção das células unidas. Portanto, aumentando a estabilidade da parede celular e da lamela média através do tratamento com cálcio, pode-se esperar que a resistência dos morangos às enzimas produzidas por fungos seja aumentada (HERNANDEZ-MUNOZ et al., 2008). Não foi observado efeito significativo da incorporação de ácido oléico no controle do desenvolvimento microbiano, contrariando os resultados encontrados por Vargas et al., (2006) os quais relataram que as amostras tratadas com coberturas contendo ácido oléico mostraram menos sinais de desenvolvimento fúngico durante

o armazenamento, apesar desse efeito ter sido mais pronunciado para concentrações de ácido oléico superiores a 1%.

Tabela 1. pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e coordenadas de cor (L\*, a\*, b\* e 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).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos			
	CO	QC	QCAO	QCAE
	<b>pH</b>			
<b>Dia 0</b>	3,70 ± 0,02 <sup>aA</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>
	<b>SS (°Brix)</b>			
<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>
	<b>AT (% ácido cítrico)</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>
	<b>L*</b>			
<b>Dia 0</b>	31,62 ± 0,72 <sup>B</sup>			
<b>Dia 3</b>	35,73 ± 0,63 <sup>aA</sup>	33,84 ± 0,21 <sup>abA</sup>	34,5 ± 0,61 <sup>abA</sup>	33,35 ± 0,98 <sup>bA</sup>
<b>Dia 10</b>	33,34 ± 0,58 <sup>aAB</sup>	31,39 ± 0,82 <sup>aB</sup>	31,22 ± 1,74 <sup>aA</sup>	31,77 ± 0,45 <sup>aA</sup>
	<b>a*</b>			
<b>Dia 0</b>	34,26 ± 0,26 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	34,06 ± 0,58 <sup>aA</sup>	32,79 ± 0,72 <sup>aA</sup>	33,18 ± 0,86 <sup>aA</sup>	32,16 ± 0,17 <sup>aA</sup>
<b>Dia 10</b>	32,05 ± 0,03 <sup>aB</sup>	33,20 ± 1,32 <sup>aA</sup>	32,58 ± 1,77 <sup>aA</sup>	31,31 ± 0,21 <sup>ab</sup>
	<b>b*</b>			
<b>Dia 0</b>	20,63 ± 1,34 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	24,75 ± 0,35 <sup>aB</sup>	22,19 ± 0,75 <sup>bA</sup>	23,22 ± 0,31 <sup>abA</sup>	21,93 ± 1,07 <sup>bA</sup>
<b>Dia 10</b>	22,20 ± 0,68 <sup>aAB</sup>	22,16 ± 1,27 <sup>aA</sup>	21,08 ± 2,68 <sup>aA</sup>	21,41 ± 0,77 <sup>aA</sup>
	<b>C*</b>			
<b>Dia 0</b>	40,16 ± 0,83 <sup>A</sup>			
<b>Dia 3</b>	42,47 ± 0,6 <sup>aB</sup>	40,03 ± 0,89 <sup>abA</sup>	40,84 ± 0,81 <sup>abA</sup>	39,22 ± 0,86 <sup>bA</sup>
<b>Dia 10</b>	39,35 ± 0,40 <sup>aA</sup>	40,2 ± 1,72 <sup>aA</sup>	39,00 ± 2,91 <sup>aA</sup>	38,11 ± 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

### 3.4. Cor

A cor é um fator importante na percepção da qualidade do morango (HERNANDEZ-MUÑOZ *et al.*, 2008), sendo um dos atributos mais importantes para aceitação por parte dos consumidores (FAN *et al.*, 2009). A alteração da cor ocorre durante a senescência pós-colheita, fazendo com que os frutos se tornem mais vermelhos e mais escuros ao longo do tempo de armazenamento (HOLCROFT; KADER, 1999; HAN *et al.*, 2004). O parâmetro L é um indicador do escurecimento do fruto. Adição de cobertura à base de quitosana não provocou variação na luminosidade dos morangos, não tendo sido verificada diferença significativa no parâmetro L\* dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos durante todo o período de armazenamento (Tabela 1). Durante o armazenamento observou-se uma redução significativa da luminosidade tanto para o controle quanto para as amostras que receberam a solução QC; a redução também foi observada nas coberturas contendo ácido graxo, no entanto, não foram estatisticamente significativas. Outros autores relataram diminuição no valor L\* (VARGAS *et al.*, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2007; HERNANDEZ-MUÑOZ *et al.* 2008) de amostras não cobertas e cobertas com quitosana e cálcio durante uma semana de armazenamento a 10°C. As mudanças nas propriedades de reflexão da superfície de um fruto com cobertura podem provocar essa diminuição na luminosidade. O aumento da opacidade do fruto coberto também pode ser devido à incorporação de componente lipídico à cobertura de quitosana (PARK; ZHAO, 2004).

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 1). 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). 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 1). Outros autores também relataram a 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.

A aplicação de cobertura não provocou alteração significativa na coordenada croma nos frutos, não sendo observada diferença entre os tratamentos durante o armazenamento (Tabela 1). Este resultado está de acordo com Vargas et al. (2006), que não observaram diferença significativa no croma entre frutos não cobertos e cobertos com quitosana e diferentes concentrações de ácido oléico.

### *3.5. Análise sensorial*

Na análise realizada um dia após a aplicação das coberturas, foi observado que somente os morangos cobertos com QCAO não apresentaram boa aceitabilidade pelos consumidores, com nota média de 2,72, significativamente inferior às notas recebidas pelos demais tratamentos, que ficaram em torno de 4,5, não diferindo entre si (Figura 3). Esse resultado encontra respaldo no trabalho de Han et al. (2005) que relataram que coberturas à base de quitosana não modificaram a aceitação de morangos refrigerados pelo consumidor, não apresentando aumento perceptível de adstringência. Contrariamente, alguns autores (DEVLIEGUERE et al., 2004; VARGAS et al., 2006) relataram detecção de sabor levemente amargo e mais adstringente nas amostras cobertas com solução de quitosana quando a análise sensorial foi realizada imediatamente após a aplicação do filme. Essa maior adstringência pode ser explicada pelo aumento dos grupos amínicos protonados decorrente da dissolução da quitosana em meio ácido, aumentando sua afinidade de ligação com as proteínas salivares (RODRIGUEZ et al., 2003).

A menor média atribuída às amostras contendo ácido oléico decorreu da presença de sabor e aroma residual desagradável nos morangos, e à aparência “oleosa” que esses frutos apresentavam, fazendo com que fossem rejeitados pelos consumidores. No terceiro dia de armazenamento, observou-se o mesmo comportamento com relação ao tratamento QCAO. Foi verificada redução

significativa na aceitação dos frutos cobertos com QCAE quando comparados com o controle, enquanto que os frutos cobertos com QC mantiveram-se com a mesma aceitação do controle, recebendo notas de 5,33 e 5, respectivamente. Em alguns dos frutos que receberam a cobertura QCAE era visível a presença de pequenos cristais de ácido graxo que precipitaram na superfície do morango, o que aliado à ação do calor empregado no preparo desta solução, pode ter resultado na menor média atribuída. Similarmente, Campos e Rodovalho (2009) relataram que a incorporação de lipídios em cobertura à base de fécula de mandioca reduziu sua aceitabilidade.

#### 4. Conclusões

Coberturas à base de quitosana e cloreto de cálcio podem aumentar o período de conservação de morangos refrigerados pela manutenção da qualidade através do controle da podridão fúngica dos frutos. A adição de ácidos graxos a essas coberturas não proporciona ganho adicional na manutenção da qualidade, além de provocar alterações sensoriais que prejudicam a aceitação do fruto

#### Referências

- 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.
- AGROSOFT - <http://www.agrosoft.org.br/index.php?q=node/26166>. Acesso em 1º de outubro de 2007.
- ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p.151-158, 2002.
- AZEREDO, H. M. C. Coberturas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **B. CEPPA.**, Curitiba, n.2, p.267-278, jul./dez., 2003.
- 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, p.110–117, 2009.

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, out./dez., 2000.

CAMPOS, R.; RODOVALHO, M.A. Coating on 'Camarosa' organic strawberries stored at low temperature. **Brazilian Journal of Food Technology.**, v. 12, n. 1, p. 60-67, jan./mar. 2009

CAMILLI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; Cia, P. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, v.33, p.3, p.215-221, 2007.

CAMPANIELLO, D.; BEVILACQUA, A.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M.R. Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. **Food Microbiology**, v.25, p.992-1000, 2008.

CARRILO-LOPEZ, A., RAMIREZ-BUSTAMANTE, F., VALDEZ-TORRES, J.B., ROJAS-VILLEGAS, R., YAHIA, E.M. Ripening and quality changes in mango fruit as affected by coating with an edible film. **J. Food Quality**. v.23, p.479-486, 2000.

CÉ, N. **Utilização de filmes de quitosana contendo nisina e natamicina para cobertura de kiwis e morangos minimamente processados**. 2009. 95p.Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

CHAIPRASART, P.; HANDSAWASDI, C.; PIPATTANAWONG, N. **The Effect of Chitosan Coating and Calcium Chloride Treatment on Postharvest Qualities of Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa*)**. Acta Hort. (ISHS) v.708, p.337-342. 2006. disponível [http://www.actahort.org/books/708/708\\_58.htm](http://www.actahort.org/books/708/708_58.htm) acessado em 0210 2009.

CHIEN, P.J.; SHEU, FUU; YANG, F.H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **J. Food. Eng.**, n.78, p.225-229, 2007.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 1990. 293p.

CIA, P.; BRON, I.U.; VALENTINI, S. R. T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007.

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.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Possible mechanisms by which postharvest , calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopathology**, v.74, p.208-210, 1984.

- 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.
- DONG, H.; CHENG, L.; TAN, J.; ZHENG, K.; JIANG, Y. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. **Journal of Food Engineering**, v.64, p.355–358, 2004.
- DU, J., HIROSHI, G., IWAHORI, S. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.66, p.15–22. 1997.
- 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.
- EL-MOUGY, N. S.; EL-GAMAL, N. G.; ABDALLA, M. A. The use of fungicide alternatives for controlling postharvest decay of strawberry and orange fruits. **Journal of Plant Protection Research**,v. 48,n.3, 2008.
- 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 x ananassa*) preservation quality. **Postharvest Biology and Technology**, v.53, p.84–90, 2009.
- GARCIA, J.M.; HERRERA, S.; MORILLA, A. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry, J. Agric. **Food Chem.**, v.44,p.3033, 1996.
- GARCIA, M.A., MARTINO, M.N., ZARITZKY, N.E., Plasticized starchbased coatings to improve strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality and stability. **J. Agric. Food Chem.**, v.46, p.3758–3767, 1998.
- GONÇALVES, E. D.; MALGARIM, M.B.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L.E.C.; CANTILLANO, R.F.F. Conservação Pós-colheita de Amora-preta (*Rubus* sp). **1º Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas**, Pelotas, p.226-230, 2004.
- HAFFNER, K.; ROSENFELD, H.J.; SKREDE, G.; WANG, L. Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.279–289, 2002.
- 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 x*

*ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p.67-78, 2004.

HAN, C.; LEDERER, C.; MCDANIEL, M.; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberry (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal of Food Science**. v. 70,n.3, 2005.

HARKER, F.R.; REDGWELL, R.J.;HALLETT, I.C.; MURRAY, S.H.; CARTER, G.Texture of fresh fruit. **Hortic. Rev.**v, 20, p.121–224, 1997.

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.

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.

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**, v.17, p. 19–32, 1999.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. 2007,11 de janeiro. *Pólos de produção do morango*. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/ou/vertexto.php?codtexto=11/>

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

LACERDA, A.; DE PAULA, S.; FERNANDES, M.I.; BOSCO, A. Post-harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits (*Fragaria ananassa* Dutch cv. Sequóia): evaluation of fruit quality and post-harvest life. *Ciênc. e agrotec.*, v.23, p.841-848, 1999.

LEE, J.Y., PARK, H.J., LEE, C.Y., CHOY, W.Y. Extending shelf life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.36, p.323-329, 2003.

LI, H.; YU, T. Effect of chitosan on incidence of brown rot,quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. **J Sci Food Agric**, v.81, p.269-274, 2000.

LIN, D.; ZHAO, Y. Innovations in the Development and Application of Edible coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.6, p.60-75, 2007.

MEYERS, K. J.; WATKINS, C. B.; PRITTS, M.P.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 23, p. 6887-6892, 2003.

NO, H.K. ; MEYERS, S.P.; PRINYAWIWATKUL, W. ; XU, Z.Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf Life of Foods: A Review. **Journal of Food Science**, v.72, n.5, 2007.

PAGOT, E.; HOFFMAN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil.1º **Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, Pelotas, p.7-12, 2004.**

PARK, S.I.; ZHAO, Y. Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into Chitosan-based films. **J. Agric. Food Chem.**, v.52, p.1933–1939, 2004.

PARK, S.I.; STAN, S.D.; DAESCHEL, M.A.; ZHAO, Y. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa*) to control mold growth during cold storage. **J. Food Sci.** v.70, n.4, p.202–207, 2005

PERKINS-VEAZIE, P., Growth and ripening of strawberry fruit. **Hortic.Rev.** v.17, 267–297.,1995.

PEREZ-GAGO, M.B.; ROJAS, C.; DEL RÍO, M.A. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite coatings on plum (*cv. Autumn giant*) quality during storage. **J. Food. Sci.**, v.68, n.3, p.879-883, 2003.

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

ROJAS-GRAU, M.A.;TAPIA, M.S.; MARTIN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples, **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.41,139–147, 2008.

ROMANAZZI, G.; KARABULUT, O.A.; SMILANICK, J. L.Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes, **Postharvest Biology and Technology**, v.45, p. 134–140, 2007.

SANGSUWAN, J.; RATTANAPANONE, N.; RACHTANAPUN, P. Effect of chitosan/methyl cellulose films on microbial and quality characteristics of fresh-cut cantaloupe and pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, v.49, p.403–410, 2008.

SEBTI, I.; MARTIAL-GROS, A.; CARNET-PANTIEZ, A.; GRELIER, S.; COMA, V.Chitosan Polymer as Bioactive Coating and Film against *Aspergillus niger* Contamination. **Journal of Food Science**, v.70, n.2,p.100-104, 2005.

SOUZA, A.; SCALON, S.; CHITARRA, M. ; CHITARRA, A. - *Post-harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits (Fragaria ananassa Dutch cv. Sequoia):Evaluation of fruit quality and post-harvest life.* Lavras: Ciências Agrotécnicas. Vol. 23,nº4, p. 841-848, 1999.

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

TAPIA, M.S.; ROJAS-GRAU, M.A.; CARMONA, <sup>a</sup>; RODRÍGUEZ, F.J.; SOLIVA-FORTUNY; MARTIN-BELLOSO, O. Use of alginate and gellan based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. **Food Hydrocolloids**, v.22, n.8, p.1493-1503,2008.

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.

VICENTE, A.R.; COSTA M.L.; MARTINEZ, G.A. et al. Effect of heat treatments on cell wall degradation and softening in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.38, n.3, p. 213-222, 2005.

WONG, D., GASTINEAU, F., GREGORSKI, K.S., TILLIN, S.J., PAVLATH, A.E., Chitosan–lipid films microstructure and surface energy. **J. Agri. Food Chem.** v.40, p.540–544, 1992.

ZHANG, D., Quantick, P., Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. **J. Hortic. Sci. Biotechnol.** v..73,p.763–767, 1998.

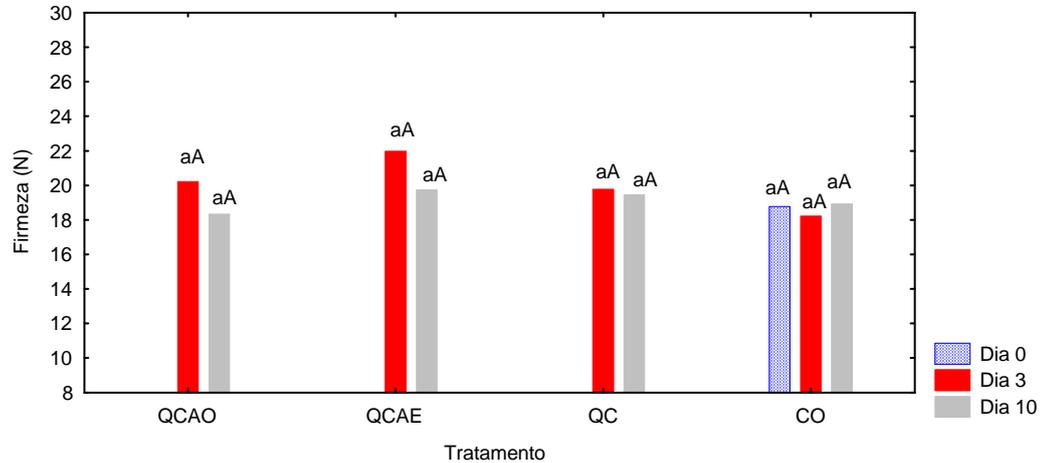


Figura 1. Firmeza (N) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QCAO = quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico; QCAE = quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico durante 10 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 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.

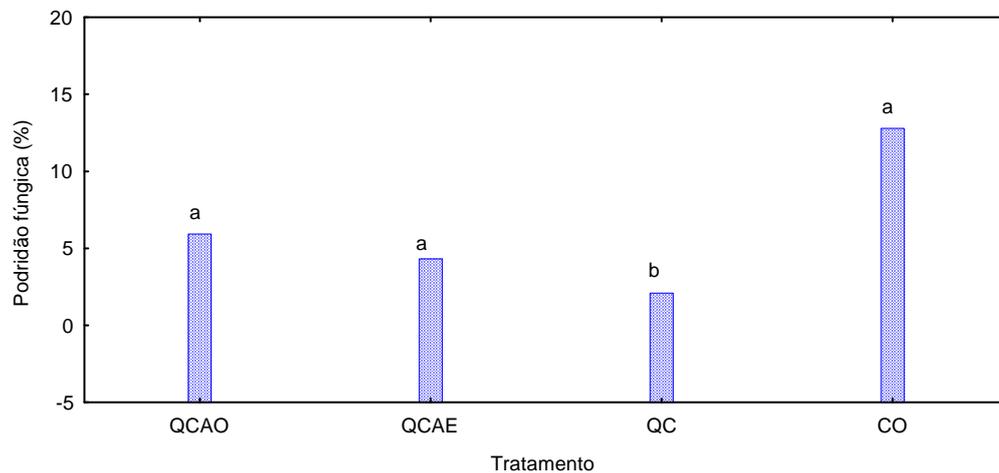
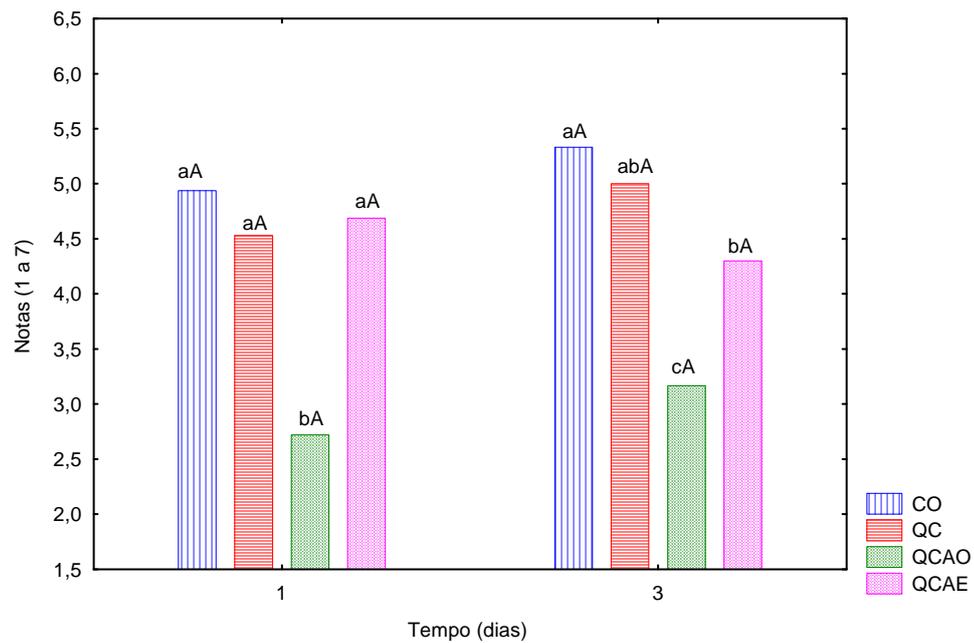


Figura 2. Podridão fúngica (%) das amostras de morango 'Aromas': controle (CO), cobertas com solução de quitosana + cloreto de cálcio (QC), solução de quitosana + cloreto de cálcio + ácido oléico e de quitosana + cloreto de cálcio + ácido esteárico (QCAE) no décimo dia de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 ± 5% UR). Letras minúsculas diferentes significam diferença estatística entre os tratamentos.



**Figura 3.** 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 + 2°C, 75 ± 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.

1 **Artigo 2 – Uso de coberturas comestíveis em morangos acondicionados sob**  
2 **refrigeração e condição ambiente**

3  
4 Artigo formatado para a revista Ciência e Tecnologia de Alimentos.

5  
6 **Relevância do trabalho:**

7  
8 A aplicação de tratamentos pós-colheita em morangos é uma alternativa para se  
9 prolongar o período de armazenamento, com manutenção da qualidade e  
10 consequente redução de perdas. O morango é um fruto altamente perecível,  
11 apresentando vida útil muito curta devido às alterações fisiológicas como perda de  
12 firmeza e desidratação e à incidência de podridão fúngica. O emprego de coberturas  
13 comestíveis constitui uma alternativa viável para a manutenção da qualidade do fruto  
14 e a diminuição das perdas pós-colheita, propiciando um incremento na renda dos  
15 produtores e sua permanência no campo. A quitosana apresenta grande potencial  
16 para aplicação na superfície de alimentos sob a forma de coberturas, por ser um  
17 polímero de grande abundância, com baixo custo e ótimas propriedades de  
18 formação de filmes, propiciando barreira à permeabilidade de gases e controle  
19 microbiano.

20  
21 **Título do trabalho:** Uso de coberturas comestíveis em morangos acondicionados  
22 sob refrigeração e condição ambiente

23  
24 **Título do trabalho em inglês:** Edible coating on strawberry stored under  
25 refrigerated and atmospheric condition

26  
27 **Título do trabalho para cabeçalho:** Uso de coberturas comestíveis em morangos  
28 acondicionados sob refrigeração e condição ambiente

- 1 **Cristina Simões da Costa<sup>1</sup>**  
2 **Lucimara Rogéria Antonioli<sup>2</sup>**  
3 **Miqueli Terezinha Schenato<sup>3</sup>**  
4 **Josiane Pasini<sup>3</sup>**  
5 **Jorge Adolfo Silva<sup>1</sup>**

6

7 <sup>1</sup>*Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - DCTA – FAEM - UFPEL*  
8 *Pelotas, RS, 96010-900, Brasil. cristina.costa@bento.ifrs.edu.br*

9

10 <sup>2</sup>*Embrapa Uva e Vinho, CP.130, Bento Gonçalves, RS, 95700-000, Brasil.*

11

12 <sup>3</sup>*Curso Superior de Ciência e Tecnologia em Alimentos – IFRS-Campus Bento*  
13 *Gonçalves – Av. Osvaldo Aranha, 540, Bento Gonçalves, 95700-000, Brasil.*

14

15

16 Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - Faculdade de Agronomia  
17 Eliseu Maciel - Universidade Federal de Pelotas.

18 Embrapa Uva e Vinho

19

20

21

22

23

## 1 RESUMO

2 A aplicação de coberturas comestíveis à base de quitosana contendo cálcio e/ou  
 3 ácido ascórbico visando à manutenção da qualidade pós-colheita de morangos cv.  
 4 Aromas durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente foi  
 5 avaliada. Quatro coberturas foram estudadas: quitosana (Q); quitosana + cloreto de  
 6 cálcio (QC); quitosana + ácido ascórbico (QA) e quitosana + cloreto de cálcio + ácido  
 7 ascórbico (QCA). Após aplicação das coberturas, os frutos foram mantidos por 15  
 8 dias, a 0+2°C e 75±5%UR (refrigerado) e 7 dias à 25°C+2°C (ambiente). Nas  
 9 amostras refrigeradas, as coberturas promoveram a manutenção da acidez titulável,  
 10 redução da perda de firmeza e do desenvolvimento fúngico, sendo este  
 11 completamente inibido nos frutos cobertos com QA e QC até o décimo segundo dia  
 12 de armazenamento. O pH, o teor de sólidos solúveis, a cor (L\*, C\* e h\*), o conteúdo  
 13 de antocianinas e de compostos fenólicos não sofreram influência da aplicação da  
 14 cobertura. Nos frutos armazenados à temperatura ambiente, verificou-se o efeito da  
 15 cobertura na manutenção da firmeza e no controle do desenvolvimento fúngico, não  
 16 sendo observado efeito sobre a perda de massa e sobre os demais atributos  
 17 avaliados. A aplicação pós-colheita de coberturas à base de quitosana em morangos  
 18 preserva sua qualidade durante o armazenamento. A incorporação de ácido  
 19 ascórbico na cobertura possibilita ganho adicional no controle do desenvolvimento  
 20 fúngico sem interferir na aceitabilidade do fruto, prolongando a vida útil de morangos  
 21 armazenados sob refrigeração e à temperatura ambiente, por até 12 e 3 dias,  
 22 respectivamente.

23 **Palavras-chave:** cobertura comestível; quitosana; morango; cálcio; ácido ascórbico.

## 25 ABSTRACT

26 The ability of chitosan-based edible coatings added of calcium and/or ascorbic acid in  
 27 maintaining postharvest quality of strawberries (*Fragaria ananassa* cv. *Aromas*)  
 28 during refrigerated and atmospheric storage was evaluated. Four coatings were  
 29 studied: chitosan (Q); chitosan + calcium chloridre (QC), chitosan + ascorbic acid  
 30 (QA), and chitosan + calcium chloride + ascorbic acid (QCA). After coatings were  
 31 applied, the fruits were stored for 15 days at 0 + 2°C e 75 ± 5%HR (refrigerated) and  
 32 for 7 days at 25°C + 2°C (atmospheric). Firmness, pH, titratable acidity, content of  
 33 soluble solids and, color weren't affected significantly at the end of storage, and no  
 34 differences between treatment were observed. On refrigerated condition, chitosan  
 35 coatings promoted the maintenance of titrable acidity, reduction of loss of firmness  
 36 and of fungal decay, which was completely inhibited on the fruits covered with QA  
 37 and QC until the twelve day. Soluble solids content, pH, color (L\*, C\*, h\*),  
 38 anthocyanins content and phenolic compounds content weren't affected by coating.  
 39 On the strawberry stored under atmospheric temperature, coatings promoted  
 40 retention of firmness and controlled fungal decay, showing no effects on the other  
 41 attributes evaluated. Post-harvest application of chitosan based edible coatings  
 42 preserve strawberry quality during storage. Incorporation of ascorbic acid on coating  
 43 promotes additional gain on the control of fungal decay, without affecting fruit's  
 44 acceptability, extending the shelf life of refrigerated or atmospheric stored strawberry  
 45 until 12 and 3 days, respectively.

46 **Key-words:** edible coating; chitosan; strawberry; calcium; ascorbic acid.

## 1.Introdução

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é produzido e apreciado nas mais variadas regiões do mundo por seu aspecto nutritivo e atrativo, bem como por seu *flavor* agradável, sendo a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (OLIVEIRA et al., 2005; CAMPOS e RODOVALHO, 2009). Em 2006, o Brasil produziu cerca de 100 mil toneladas, cultivadas numa área próxima a 3.500 ha (ANTUNES e REISSER JÚNIOR, 2007). Esta produção é quase integralmente voltada para o mercado interno, sendo 30% ao processamento e aproximadamente 70% destinado ao consumo *in natura* (MADAIL et al., 2007).

A comercialização dos frutos *in natura* tem como fator limitante a rápida perda de qualidade pós-colheita (DEL-VALLE, 2005; CIA et al., 2007), sendo a vida útil do morango fresco de aproximadamente 5 dias quando mantido sob temperaturas de 0 a 4°C (HAN et al., 2004; VARGAS et al., 2006). Os atributos sensoriais (aparência, textura, aroma, sabor), bem como, os constituintes químicos, são determinantes na qualidade do fruto. A cor do fruto, a qual é muito atrativa visualmente, está relacionada ao conteúdo de antocianinas (RESENDE et al. 2008). A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância no fruto destinado ao consumo *in natura*, pois além de permitirem melhor manuseio e transporte, possibilitam a manutenção das qualidades sensoriais por mais tempo (SANTOS, 1999). No entanto, o morango apresenta elevada perecibilidade pós-colheita, devido à sua intensa atividade metabólica e à elevada susceptibilidade aos agentes patogênicos causadores de podridões (CAMPOS; RODOVALHO, 2009). A deterioração pós-colheita de frutos é normalmente retardada pelo armazenamento sob baixas temperaturas (PIZARRO, 2009). Entretanto, para o armazenamento prolongado, a redução da temperatura pode não ser suficiente para manter a qualidade dos frutos, sendo necessária a utilização de técnicas complementares, visando ao prolongamento do período de conservação (MALGARIM et al., 2006). Coberturas comestíveis de diferentes naturezas têm sido empregadas para preservar a qualidade pós-colheita do morango (EI GAOUTH et al., 1991; PARK et al., 2005; COLLA; SOBRAL; MENEGALLI, 2006; CAMPOS e RODOVALHO, 2009; FAN et al., 2009; GARCIA et al., 2009). Dentre os polímeros utilizados, destaca-se a quitosana, que é um polissacarídeo linear de  $\beta$ -(1-4)-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose obtido através da desacetilação parcial da quitina, o segundo polímero

1 mais abundante na natureza depois da celulose (PARK et al., 2001;  
2 THARANATHAN e KITTUR, 2003). A quitosana é biocompatível, não-antigênica,  
3 atóxica e biofuncional (HIRANO et al., 1990; LI et al., 1992). Essa biomolécula pode  
4 ser empregada na obtenção de cobertura ideal para frutos frescos em virtude de  
5 suas excelentes propriedades bioquímicas, de barreira aos gases e de formação de  
6 filmes, aliada à sua ação antimicrobiana contra vários fungos (EL GHAOUTH et al.,  
7 1992; HAN et al., 2004, 2005; SEBTI et al., 2005; NO et al., 2007; EL-MOUGY et al.,  
8 2008; BADAWEY e RABEA, 2009). Devido à sua capacidade de formar revestimentos  
9 semipermeáveis, a quitosana pode modificar a atmosfera interna minimizando a  
10 senescência dos frutos (DU et al. 1997; CARRILO-LOPEZ et al., 2000; FAN et al.,  
11 2009). Adicionalmente, a cobertura pode ser utilizada para veicular substâncias que  
12 auxiliam na conservação do fruto como antimicrobianos, antioxidantes, entre outros  
13 (OUATTARA et al., 2000; VILLADIEGO, et al. 2005). A aplicação de coberturas à  
14 base de quitosana em morangos promoveu o controle de desenvolvimento fúngico e  
15 manutenção da coloração (RIBEIRO et al., 2007; CAMPANIELLO et al., 2008),  
16 redução da taxa respiratória e da perda de firmeza (VARGAS et al., 2006) e redução  
17 da perda de massa (RIBEIRO et al., 2007). De acordo com Amarante e Banks  
18 (2001), as coberturas comestíveis são mais eficientes no retardamento da  
19 senescência quando os frutos são mantidos sob condição ambiente do que quando  
20 mantidos sob refrigeração, sendo interessante estudar seu efeito em ambas as  
21 condições.

22 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de coberturas comestíveis à base  
23 de quitosana, combinada ou não com cálcio e ácido ascórbico, na manutenção da  
24 qualidade pós-colheita de morangos durante o armazenamento refrigerado (0°C) e  
25 sob temperatura ambiente (25°C).

26

## 27 **2. Material e Métodos**

28

### 29 *2.1. Materiais*

30 Morangos (*Fragaria X ananassa Duch.*) cv. Aromas, cultivados em área  
31 comercial no município de Caxias do Sul, região de Santa Lúcia do Piauí – (RS,  
32 Brasil, latitude: 29° 10' 05"S e longitude: 51° 10' 06" W) foram colhidos pela manhã e  
33 selecionados quanto ao estágio de maturação (80% coloração vermelha) e ausência  
34 de sinais de dano mecânico ou deterioração fúngica, sendo, em seguida,

1 acondicionados em caixas de papelão acartonado transportados sob temperatura  
2 ambiente até laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Uva e Vinho (Bento  
3 Gonçalves, RS), onde foram imediatamente processados. Os frutos foram  
4 higienizados por meio de imersão, durante 1 minuto, em solução de hipoclorito de  
5 sódio  $10\text{mg.L}^{-1}$  (VARGAS et al., 2006) e, em seguida, enxaguados em água corrente  
6 com o auxílio de uma peneira. Quitosana comercial (Quimer), Ácido Acético 99%  
7 (Synth), Ácido Ascórbico (Synth) e Cloreto de Cálcio P.A. (Synth) foram empregados  
8 na obtenção das soluções de cobertura.

## 10 *2.2. Preparo das soluções de cobertura*

11 Quitosana (1% p/v) foi dissolvida em solução aquosa de ácido acético (1%  
12 v/v) e homogeneizada por 1 minuto utilizando-se mixer doméstico (Walita, RI1363).  
13 Essa solução foi denominada solução Q. As soluções QC, QA e QCA foram  
14 preparadas de maneira semelhante, sendo adicionados, respectivamente, na  
15 solução previamente preparada de quitosana (Q): cloreto de cálcio (1% p/v), ácido  
16 ascórbico (1% p/v) e cloreto de cálcio (1% p/v) + ácido ascórbico (1% p/v).

## 18 *2.3. Processamento dos morangos*

19 Foram realizados dois ensaios independentes, sendo um deles armazenado  
20 sob condição refrigerada e o outro mantido sob temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ , de forma a  
21 simular a condição ambiente.

22 Os morangos selecionados foram imersos por 1 minuto na solução de  
23 cobertura e escorridos com o auxílio de uma peneira por aproximadamente 30s. Os  
24 frutos foram acondicionados em bandejas de polietileno e armazenados, para  
25 secagem da cobertura, à temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  até o dia seguinte, quando foram  
26 embalados em bandejas de poliestireno expandido. (15 frutos por bandeja,  
27 totalizando aproximadamente 300g) e cobertos com filme de policloreto de vinila  
28 (PVC) esticável utilizando-se seladora (Barbi, B500).

29 Os frutos do ensaio mantido sob refrigeração foram armazenados por 15 dias,  
30 sob condições de  $0 + 2^{\circ}\text{C}$  e UR de  $75 \pm 5\%$ . As análises de firmeza, cor, sólidos  
31 solúveis, acidez titulável e pH foram realizadas nos dias 1, 3, 6, 9, 12 e 15, enquanto  
32 que o teste de aceitabilidade foi aplicado nos dias 2, 6 e 10 de armazenamento. A  
33 avaliação dos teores de compostos fenólicos extraíveis totais e teor de antocianinas  
34 totais foram realizadas nos dias 6, 9 e 15.

1 Os frutos mantidos sob condição ambiente simulada foram armazenados em  
2 câmara sob condições de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

3 As análises de firmeza, cor, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e perda de  
4 massa foram realizadas nos dias 1, 3, 5 e 7, enquanto que o teste de aceitabilidade  
5 foi aplicado no primeiro dia de armazenamento. A avaliação dos teores de  
6 compostos fenólicos extraíveis totais e teor de antocianinas totais foi realizada nos  
7 dias 1 e 3.

8 A caracterização dos frutos (avaliação inicial) foi realizada antes da aplicação  
9 da cobertura, no dia do processamento (dia 0). A cada dia de análise, foram  
10 avaliadas três repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por uma  
11 bandeja contendo 15 frutos.

#### 12 13 *2.4. Firmeza*

14 A análise de firmeza de polpa foi realizada utilizando-se Penetrômetro digital  
15 (TR, Italy) com sonda de 8mm em 15 frutos por repetição, sendo realizadas duas  
16 medições equidistantes por fruto, na zona equatorial. Os resultados foram expressos  
17 em Newtons (N).

#### 18 19 *2.5. Sólidos solúveis, pH e acidez titulável*

20 No suco extraído a partir da homogeneização de 15 frutos (Centrífuga Juicer  
21 Walita, RI1854) foram avaliados, de acordo com A.O.A.C. (1995) o teor de sólidos  
22 solúveis (SS, expresso em °Brix) utilizando-se um refratômetro digital PR101-  
23 ATAGO (Atago Company Ltd., Toquio, Japão), o pH em pHmetro digital (Marconi,  
24 Brasil), e a acidez titulável (AT, expresso como % de ácido cítrico), através da  
25 determinação do volume de NaOH 0,1N necessário para 10mL de suco em 90mL de  
26 água destilada atingirem pH 8,2.

#### 27 28 *2.6. Podridão fúngica*

29 Os morangos que apresentaram qualquer sinal de desenvolvimento de  
30 micélio na superfície foram considerados deteriorados. Os resultados foram  
31 expressos como percentagem de morangos infectados.

32

## 2.7. Perda de massa (%)

A perda de massa foi determinada de acordo com Jacometi et al. (2003). Os frutos foram pesados em balança analítica (Marte, Arvada, EUA) no início do experimento (massa inicial) e durante o armazenamento. A perda de massa foi calculada de acordo com a equação 1 e expressa em percentagem, sendo o resultado final a média das três repetições para cada tratamento.

$$\text{Perda de massa (g/100g)} = \frac{[(\text{massa inicial} - \text{massa final})/(\text{massa inicial})] \times 100}{1} \quad (1)$$

## 2.8. Cor

A cor foi determinada usando-se um colorímetro (CM508D – Minolta Company, Toquio, Japão) com diâmetro de janela de 10mm. Foram realizadas duas medições equidistantes nos 15 frutos de cada tratamento, nos períodos de avaliação predeterminados. As coordenadas CIE- luminosidade ( $L^*$ ), croma ( $C^*$ ) e ângulo hue ( $h^*$ ) (CIE, 1986) foram obtidos pelo espectro de reflexão das amostras utilizando iluminação D65 /10°. O valor  $L^*$  varia de 100, para o branco, significando zero absorvância e 100% transmitância, a 0 para preto, significando 100% de absorvância e zero transmitância. O valor de croma é zero no centro do diagrama de cores e aumenta conforme a distância deste, indicando maior saturação de cor. O ângulo hue, ou ângulo de tonalidade, inicia-se no eixo  $+a^*$  e é dado em graus; 0 seria  $+a^*$  (vermelho); 90 seria  $+b^*$  (amarelo) , 180 seria  $-a^*$  (verde) e 270 seria  $-b^*$  (azul).

## 2.9. Compostos fenólicos extraíveis totais

O teor de compostos fenólicos extraíveis totais foi determinado de acordo com Larrauri et al. (1997) com algumas modificações. Foram pesados 5g do suco homogeneizado aos quais foram adicionados 40mL de metanol 50% v/v. Após homogeneização, deixou-se o homogeneizado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após centrifugação a 3800rpm por 20 minutos, o sobrenadante foi recolhido em balão volumétrico de 100mL e o resíduo ressuspensão em 40mL de solução de acetona (70% v/v), homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. A seguir, realizou-se nova centrifugação a 3800rpm por 20 minutos, juntando-se o sobrenadante ao obtido na primeira centrifugação. O conteúdo do balão foi aferido a 100mL com água destilada. Em

1 seguida, 0,5mL do extrato e 2,5mL de água destilada foram misturados com 1mL do  
2 reagente fenólico de Folin-Cicalteau diluído 1:3 e 2mL de carbonato de sódio (20%  
3 p/v) (OBANDA; OWOR, 1997). Após 30 minutos de repouso protegido de luz,  
4 realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Genesys 10) a 700nm. O conteúdo de  
5 fenóis foi calculado estimado com base na curva padrão de ácido gálico ( $R^2 = 0,991$ )  
6 e os resultados foram expressos como mg de ácido gálico por 100g de fruto.

#### 7 8 *2.10. Antocianinas totais*

9 Para determinação de antocianinas totais foi utilizada metodologia  
10 desenvolvida por Francis (1982), com algumas modificações. Pesou-se 1g do suco  
11 homogeneizado, ao qual foram adicionados 30mL de solução etanol-HCl (1,5N). A  
12 solução homogeneizada foi transferida para um balão de 50mL aferindo-se o volume  
13 com a solução etanol-HCl (1,5N). A solução foi mantida em frasco recoberto com  
14 papel alumínio.

15 Após uma noite de repouso sob refrigeração, realizou-se a filtração do extrato  
16 e sua leitura em espectrofotômetro (Genesys10) a um comprimento de onda de  
17 535nm. O conteúdo de antocianinas foi calculado a partir da equação: absorvância x  
18 fator de diluição/98,2, sendo os resultados expressos em mg de cianidina 3-  
19 glicosídeo/100 g de frutos.

#### 20 21 22 *2.11. Análise sensorial*

23 Foi realizada análise de aceitabilidade das amostras submetidas aos  
24 diferentes tratamentos de acordo com a NBR12994 (ABNT, 1993).. Os julgadores  
25 receberam uma amostra de cada tratamento, constituída por um morango. A ordem  
26 de apresentação das amostras foi aleatorizada para cada julgador. Foi utilizada uma  
27 escala estruturada de 7 pontos (1- desgostei muitíssimo; 2- desgostei muito; 3-  
28 desgostei; 4- não gostei nem desgostei; 5- gostei; 6- gostei muito; 7- gostei  
29 muitíssimo), de acordo com a NBR 14141 (ABNT, 1998). Participaram das sessões  
30 30 julgadores não treinados, selecionados ao acaso, com idade entre 15 e 60 anos.

#### 31 32 *2.12. Análise estatística*

33 Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado.

1 Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software  
2 Statistica 6.0 (STATSOFT, 2001), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey  
3 a 5% de probabilidade.

### 4 5 **3.Resultados e Discussão**

#### 6 *3.1.Firmeza*

7 Durante o armazenamento refrigerado, foi observado que os frutos que  
8 receberam cobertura mantiveram sua firmeza até o final do período de  
9 armazenamento, enquanto que os morangos controle sofreram uma redução  
10 significativa na firmeza a partir do nono dia, atingindo o valor de 12,8N, 29% menor  
11 que a firmeza inicial, ao décimo quinto dia de armazenamento (**Figura 1A**). No  
12 terceiro e no nono dias de armazenamento, apenas os frutos que receberam a  
13 cobertura QC apresentaram maior firmeza de polpa, diferindo significativamente do  
14 controle, enquanto que a partir do décimo segundo dia de armazenamento, todos os  
15 frutos que receberam cobertura apresentaram firmeza superior ao controle, não  
16 havendo diferença significativa entre as coberturas empregadas. A melhor resposta  
17 quanto à manutenção da firmeza evidenciada na cobertura à base de quitosana e  
18 cálcio observada no terceiro e nono dias de armazenamento, foi igualmente  
19 observada por outros autores (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2006;2008; RIBEIRO et  
20 al., 2007) e pode ser atribuída à ligação das substâncias pécticas com o cálcio,  
21 aumentando a resistência à ação das enzimas pectolíticas e ao controle do  
22 desenvolvimento fúngico nesses frutos (CAMARGO et al., 2000).

23 Nos frutos armazenados a 25°C, verificou-se que no terceiro dia, QCA  
24 apresenta menor firmeza que os frutos cobertos com Q e QA. No quinto dia os frutos  
25 cobertos apresentaram maior firmeza que o controle, sendo a diferença significativa  
26 apenas para as coberturas QA e QCA. No sétimo dia, os frutos cobertos com Q,  
27 sofreram uma redução acentuada da firmeza, enquanto nos demais tratamentos foi  
28 verificada apenas uma ligeira redução da firmeza. Durante o período de  
29 armazenamento, verificou-se redução significativa da firmeza após o terceiro dia nos  
30 frutos não cobertos e nos cobertos com Q, enquanto que os frutos dos demais  
31 tratamentos apresentam uma ligeira redução da firmeza (Figura 1B) No quinto dia,  
32 observou-se uma redução de aproximadamente 47% na firmeza dos frutos sem  
33 cobertura, enquanto que nas amostras cobertas a redução máxima foi de 27%. Ao  
34 final do armazenamento, independentemente da temperatura de armazenamento, o

1 emprego de coberturas à base de quitosana se mostrou eficiente na manutenção da  
2 firmeza de morangos durante o armazenamento. A redução da perda de firmeza  
3 durante o armazenamento de morangos pela aplicação de coberturas comestíveis foi  
4 observada por outros autores, tanto em coberturas à base de quitosana (VARGAS et  
5 al., 2006; RIBEIRO et al., 2007; HERNADEZ-MUÑOZ et al., 2008), quanto de outras  
6 polímeros como fécula de mandioca (CAMPOS e RODOVALHO, 2009), alginato  
7 (FAN et al., 2009), glúten (TANADA-PALMU et al., 2005), amaranto (COLLA et al.,  
8 2006) e mucilagem de cactos (DEL-VALLE et al., 2005). A aplicação de coberturas  
9 leva à diminuição da taxa respiratória, promovendo a redução nas reações  
10 metabólicas que levam à senescência e conseqüente amolecimento dos frutos (EL  
11 GHAOUTH et al., 1992; VARGAS et al., 2006; PIZARRO, 2009).

12

### 13 *3.2. Sólidos solúveis, pH e acidez titulável*

14 Os teores de sólidos solúveis dos diferentes tratamentos diferiram  
15 estatisticamente entre si apenas no primeiro, nono e décimo segundo dias de  
16 armazenamento refrigerado (Tabela 1).

17 No primeiro dia de armazenamento, os frutos que receberam a cobertura Q e  
18 QC apresentaram maior conteúdo de sólidos solúveis que os demais tratamentos.  
19 Enquanto que no nono e décimo segundo dia, os frutos cobertos com Q e QC,  
20 respectivamente, apresentaram maior conteúdo de sólidos solúveis que os frutos  
21 controle, não se verificando diferença entre os demais frutos cobertos entre si, ou  
22 entre estes e o controle.

23 Vargas et al (2006) e Ribeiro et al. (2005) também não verificaram efeito da  
24 composição da cobertura no teor de sólidos solúveis de morangos armazenados sob  
25 refrigeração. Durante o período de armazenamento, o teor de sólidos solúveis dos  
26 frutos não cobertos e dos cobertos com as soluções QA e QCA não sofreram  
27 variação. Outros autores, de maneira semelhante, verificaram que os teores de  
28 sólidos solúveis em morangos com e sem cobertura se mantiveram estáveis durante  
29 o armazenamento refrigerado (RIBEIRO, 2005; VARGAS et al., 2006; VIEITES et al.,  
30 2006). Nos frutos que receberam as cobertura Q e QC, observou-se uma redução  
31 significativa do teor de sólidos solúveis no décimo segundo dia e décimo quinto dias,  
32 respectivamente. A incorporação de cálcio na cobertura parece ter retardado as  
33 alterações de sólidos solúveis observadas na cobertura Q, observando-se o mesmo  
34 comportamento nas duas coberturas Q e QC, com 3 dias de retardo de QC com

1 relação a Q. Nos frutos armazenados à temperatura de 25°C, verificou-se que os  
2 frutos que receberam a cobertura Q, apresentaram menor teor de sólidos solúveis  
3 que os demais tratamentos no décimo quinto dia de armazenamento (Tabela 2). Não  
4 foi verificada variação do teor de sólidos solúveis em função da cobertura  
5 empregada, ou entre os frutos cobertos e não cobertos no restante do período de  
6 armazenamento. No decorrer do armazenamento, os frutos não cobertos e cobertos  
7 com a solução QA e QC sofreram uma redução significativa, sendo verificada a partir  
8 do quinto dia nos frutos controle e cobertos com QA, e no sétimo dia nos frutos que  
9 receberam a solução QC. Contrariamente, Hernandez-Muñoz et al. (2006)  
10 observaram um aumento do teor de sólidos solúveis nas amostras não cobertas e  
11 nas cobertas com quitosana e quitosana com adição de cálcio durante  
12 armazenamento à 20°C, sendo, este aumento, atribuído à significativa perda de  
13 água a que o fruto foi submetido. Os frutos cobertos com a solução QCA,  
14 apresentaram um aumento no teor de sólidos solúveis no terceiro dia de  
15 armazenamento, sofrendo uma posterior redução ao seu valor inicial no sétimo dia.  
16 No primeiro dia de armazenamento refrigerado, os frutos cobertos com a solução  
17 QCA apresentaram um pH menor que os frutos não cobertos e que os frutos  
18 cobertos com a solução QC (Tabela 1). Não foi observada diferença entre as  
19 coberturas no restante do armazenamento. No sexto e décimo quinto dias de  
20 armazenamento, os frutos controle apresentaram pH superior aos frutos cobertos  
21 com as soluções QC, QA e QCA. O pH oscilou com o tempo de armazenamento sob  
22 refrigeração em todos os tratamentos, verificando-se significância estatística apenas  
23 nos tratamentos QC e QCA. De maneira semelhante, Vargas et al. (2006) também  
24 verificaram uma oscilação sem significância estatística em morangos cobertos com  
25 quitosana. Em todos os tratamentos, o pH final não diferiu do pH no primeiro dia de  
26 armazenamento. Nos frutos armazenados a 25°C, o pH dos frutos que receberam a  
27 cobertura QCA foi menor que o dos frutos não cobertos e que dos frutos cobertos  
28 com Q e QC no terceiro dia de armazenamento, não verificando-se diferença  
29 significativa entre os tratamentos no restante do período avaliado (Tabela 2). Em  
30 todos os tratamentos verificou-se um aumento do pH com o tempo de  
31 armazenamento sob temperatura ambiente. Hernandez-Muñoz et al. (2006)  
32 relataram um aumento no pH de morangos cobertos ou não com quitosana e  
33 armazenados a 20°C e 70% de UR. Este aumento pode ser justificado pela redução  
34 do teor de ácidos orgânicos como consequência dos processos respiratórios durante

1 o amadurecimento e senescência dos frutos (CHITARRA;CHITARRA, 2005).  
2 Durante o armazenamento refrigerado, os frutos que receberam as coberturas Q e  
3 QC não diferiram entre si, apresentando maiores valores de acidez titulável que o  
4 controle (Tabela 1). Os frutos que receberam a cobertura QCA não diferiram dos  
5 frutos controle ou dos frutos cobertos com QA durante o armazenamento, exceto no  
6 terceiro dia, em que foi verificado que os frutos cobertos não diferiram entre si, mas  
7 apresentaram maior valor de acidez titulável que os frutos controle. Nos frutos  
8 controle e nos cobertos com Q e QC observou-se uma redução significativa da  
9 acidez titulável durante o período de armazenamento, sendo esta redução mais  
10 acentuada nos frutos controle, como também foi observado por Han et al. (2004).  
11 Contrariamente, Hernandez-Muñoz et al. (2008) não observaram alteração  
12 significativa na acidez titulável de morangos cobertos com quitosana e cálcio durante  
13 7 dias de armazenamento a 10°C. Nos frutos cobertos com QA e QCA, observou-se  
14 uma maior oscilação na acidez titulável, verificando-se a redução do teor de acidez  
15 ao final do armazenamento. Nos frutos armazenados em temperatura de 25°C,  
16 observou-se uma redução significativa da acidez titulável em todos os tratamentos  
17 ao final do armazenamento, observando-se maior teor de acidez titulável nos frutos  
18 controle em comparação com os frutos cobertos (Tabela 2). Os frutos cobertos não  
19 diferiram entre si durante todo o armazenamento. A diminuição no teor de acidez  
20 titulável verificada nos morangos armazenados tanto sob refrigeração quanto à  
21 temperatura ambiente, deve-se, provavelmente, à sua utilização no processo  
22 respiratório durante o armazenamento (VIEITES et al., 2006), sendo verificada maior  
23 velocidade desse processo à temperatura ambiente devido à ocorrência de maior  
24 taxa respiratória em temperaturas mais elevadas (PIZARRO, 2009).

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

- 1 Tabela 1. Sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT) de morangos 'Aromas' submetidos a  
 2 diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio;  
 3 QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 15  
 4 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				
	CO	Q	QC	QA	QCA
<b>SS (°Brix)</b>					
Dia 0	4,47 ± 0,23 <sup>A</sup>				
Dia 1	4,43 ± 0,03 <sup>bA</sup>	5,93 ± 0,09 <sup>aAB</sup>	5,70 ± 0,17 <sup>aAB</sup>	4,97 ± 0,22 <sup>bA</sup>	4,97 ± 0,09 <sup>bA</sup>
Dia 3	4,83 ± 0,38 <sup>aA</sup>	6,13 ± 0,17 <sup>aA</sup>	5,90 ± 0,15 <sup>aAB</sup>	6,13 ± 0,24 <sup>aA</sup>	5,43 ± 0,43 <sup>aA</sup>
Dia 6	5,00 ± 0,21 <sup>aA</sup>	5,87 ± 0,03 <sup>aAB</sup>	6,27 ± 0,07 <sup>aA</sup>	5,93 ± 0,30 <sup>aA</sup>	5,80 ± 0,52 <sup>aA</sup>
Dia 9	4,67 ± 0,09 <sup>bA</sup>	6,13 ± 0,03 <sup>aA</sup>	5,63 ± 0,09 <sup>abAB</sup>	5,47 ± 0,98 <sup>abA</sup>	5,00 ± 0,26 <sup>abA</sup>
Dia 12	4,43 ± 0,15 <sup>bA</sup>	5,40 ± 0,06 <sup>abC</sup>	5,93 ± 0,18 <sup>aAB</sup>	5,10 ± 0,25 <sup>abA</sup>	4,60 ± 0,32 <sup>abA</sup>
Dia 15	4,83 ± 0,18 <sup>aA</sup>	5,60 ± 0,12 <sup>abC</sup>	5,47 ± 0,20 <sup>aB</sup>	5,03 ± 0,55 <sup>aA</sup>	5,00 ± 0,21 <sup>aA</sup>
<b>pH</b>					
Dia 0	3,53 ± 0,02 <sup>A</sup>				
Dia 1	3,48 ± 0,02 <sup>aA</sup>	3,37 ± 0,05 <sup>abA</sup>	3,49 ± 0,04 <sup>aAB</sup>	3,33 ± 0,03 <sup>abA</sup>	3,27 ± 0,05 <sup>bAB</sup>
Dia 3	3,40 ± 0,11 <sup>aA</sup>	3,49 ± 0,10 <sup>aA</sup>	3,54 ± 0,08 <sup>aA</sup>	3,46 ± 0,07 <sup>aA</sup>	3,28 ± 0,02 <sup>aAB</sup>
Dia 6	3,45 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,24 ± 0,02 <sup>bA</sup>	3,33 ± 0,00 <sup>bAB</sup>	3,24 ± 0,00 <sup>bA</sup>	3,23 ± 0,01 <sup>bB</sup>
Dia 9	3,42 ± 0,11 <sup>aA</sup>	3,31 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,28 ± 0,03 <sup>aB</sup>	3,39 ± 0,13 <sup>aA</sup>	3,30 ± 0,02 <sup>aAB</sup>
Dia 12	3,51 ± 0,07 <sup>aA</sup>	3,38 ± 0,06 <sup>aA</sup>	3,30 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,50 ± 0,01 <sup>aA</sup>	3,39 ± 0,02 <sup>aA</sup>
Dia 15	3,51 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,41 ± 0,01 <sup>abA</sup>	3,35 ± 0,06 <sup>abAB</sup>	3,36 ± 0,01 <sup>bA</sup>	3,30 ± 0,01 <sup>bAB</sup>
<b>AT (% ácido cítrico)*</b>					
Dia 0	0,58 ± 0,00 <sup>A</sup>				
Dia 1	0,53 ± 0,01 <sup>dA</sup>	0,72 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,67 ± 0,02 <sup>bA</sup>	0,54 ± 0,01 <sup>cdAB</sup>	0,58 ± 0,00 <sup>cAB</sup>
Dia 3	0,55 ± 0,04 <sup>bA</sup>	0,67 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,65 ± 0,01 <sup>abAB</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>abA</sup>	0,69 ± 0,02 <sup>aA</sup>
Dia 9	0,43 ± 0,01 <sup>cb</sup>	0,62 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,59 ± 0,01 <sup>abB</sup>	0,57 ± 0,05 <sup>abAB</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>bcBC</sup>
Dia 12	0,42 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,61 ± 0,04 <sup>bB</sup>	0,63 ± 0,02 <sup>bAB</sup>	0,45 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,45 ± 0,03 <sup>aC</sup>
Dia 15	0,40 ± 0,02 <sup>cCB</sup>	0,60 ± 0,01 <sup>abB</sup>	0,60 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,48 ± 0,05 <sup>bcAB</sup>	0,48 ± 0,02 <sup>bcBC</sup>

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

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

9 \* Os resultados de acidez total do dia 6 não foram considerados em função de falha na avaliação.

10

1 Tabela 2. Sólidos solúveis, pH e acidez titulável de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes  
 2 coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA =  
 3 quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 7 dias de  
 4 armazenamento a 25+ 2°C (valor médio ± erro padrão)

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				
	CO	Q	QC	QA	QCA
<b>SS (°Brix)</b>					
Dia 0	6,67 ± 0,09 <sup>A</sup>				
Dia 1	6,90 ± 0,10 <sup>aA</sup>	6,63 ± 0,12 <sup>aA</sup>	6,53 ± 0,09 <sup>aA</sup>	6,87 ± 0,03 <sup>aA</sup>	5,73 ± 0,12 <sup>aB</sup>
Dia 3	6,67 ± 0,03 <sup>aA</sup>	6,23 ± 0,07 <sup>aAB</sup>	6,17 ± 0,24 <sup>aA</sup>	6,67 ± 0,12 <sup>aA</sup>	6,73 ± 0,22 <sup>aA</sup>
Dia 5	6,00 ± 0,12 <sup>aB</sup>	5,70 ± 0,00 <sup>bBC</sup>	6,17 ± 0,03 <sup>aA</sup>	6,10 ± 0,06 <sup>aB</sup>	6,20 ± 0,00 <sup>aAB</sup>
Dia 7		5,50 ± 0,30 <sup>aC</sup>	5,47 ± 0,12 <sup>aB</sup>	5,73 ± 0,12 <sup>aB</sup>	5,83 ± 0,24 <sup>aB</sup>
<b>pH</b>					
Dia 0	3,41 ± 0,05 <sup>B</sup>				
Dia 1	3,35 ± 0,06 <sup>aB</sup>	3,28 ± 0,05 <sup>aB</sup>	3,27 ± 0,01 <sup>aC</sup>	3,28 ± 0,04 <sup>aB</sup>	3,38 ± 0,02 <sup>aB</sup>
Dia 3	3,53 ± 0,04 <sup>aAB</sup>	3,58 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,56 ± 0,04 <sup>aB</sup>	3,44 ± 0,03 <sup>abB</sup>	3,37 ± 0,02 <sup>bB</sup>
Dia 5	3,65 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,70 ± 0,06 <sup>aA</sup>	3,74 ± 0,01 <sup>aA</sup>	3,74 ± 0,05 <sup>aA</sup>	3,61 ± 0,05 <sup>aA</sup>
Dia 7		3,63 ± 0,10 <sup>aA</sup>	3,73 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,74 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,59 ± 0,01 <sup>aA</sup>
<b>AT (% ácido cítrico)</b>					
Dia 0	0,67 ± 0,02 <sup>A</sup>				
Dia 1	0,67 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,60 ± 0,00 <sup>aA</sup>	0,56 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,57 ± 0,04 <sup>aA</sup>
Dia 3	0,57 ± 0,05 <sup>aA</sup>	0,50 ± 0,01 <sup>aB</sup>	0,47 ± 0,02 <sup>aB</sup>	0,53 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>aAB</sup>
Dia 5	0,53 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,44 ± 0,01 <sup>bB</sup>	0,39 ± 0,01 <sup>bC</sup>	0,41 ± 0,00 <sup>bB</sup>	0,43 ± 0,01 <sup>bB</sup>
Dia 7		0,42 ± 0,03 <sup>aB</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>aC</sup>	0,38 ± 0,02 <sup>aB</sup>	0,41 ± 0,00 <sup>aB</sup>

5

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

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

10

### 11 3.3. Deterioração Fúngica

12 No armazenamento refrigerado, verificou-se desenvolvimento fúngico a partir  
 13 do décimo segundo dia de armazenamento nos frutos sem cobertura e nos frutos  
 14 que receberam as coberturas Q e QCA (Figura 2A). No décimo quinto dia de  
 15 armazenamento, somente os frutos que receberam a cobertura QC não  
 16 apresentaram desenvolvimento fúngico, muito embora não tenha sido observada  
 17 diferença significativa entre os frutos com e sem cobertura, ou entre as coberturas  
 18 empregadas. O cálcio atua no controle do desenvolvimento fúngico aumentando a  
 19 estabilidade da lamela média e parede celular do fruto, o que leva a um aumento da  
 20 resistência à ação das enzimas liberadas pelos fungos (HERNANDEZ-MUÑOZ et al.,  
 21 2008). O efeito da incorporação de cálcio em coberturas comestíveis sobre o  
 22 controle do desenvolvimento microbiano foi observado em morangos (HERNANDEZ-  
 23 MUÑOZ et al., 2006; 2008; RIBEIRO et al., 2007, CHAIPRASART et al., 2006) e em  
 24 outros frutos (DU et al., 1997; ROMANAZZI et al., 2007). Nos frutos armazenados à

1 25°C, observou-se aumento significativo no percentual de podridão fúngica em todos  
2 os tratamentos, verificando-se um percentual significativamente menor nos frutos  
3 que receberam cobertura (Figura 2B). Não houve diferença significativa entre as  
4 coberturas no terceiro dia de armazenamento, embora os frutos que receberam a  
5 cobertura Q tenham apresentado 24,5% de frutos infectados, enquanto os frutos das  
6 demais coberturas não atingiram 10% de podridão. Ao final do armazenamento,  
7 apenas os frutos tratados com as coberturas QA e QCA diferiram estatisticamente  
8 dos frutos controle, apresentando incidência de podridão de aproximadamente 80%.

9 O controle da podridão fúngica através da aplicação da cobertura comestível,  
10 mais evidente nos frutos armazenados a 25°C, pode ser atribuído, além da natureza  
11 antifúngica da quitosana, ao aumento da taxa respiratória sob temperaturas mais  
12 elevadas (CORTEZ et al., 2002; PIZARRO, 2009), o que, aliado à permeabilidade  
13 seletiva aos gases proporcionada pela cobertura, pode ter reduzido o acesso ao  
14 oxigênio (DU et al., 1997).

#### 15 16 17 *3.4. Perda de massa*

18 Não foi observada diferença significativa quanto à perda de massa entre os  
19 tratamentos mantidos à temperatura de 25°C até o sétimo dia, quando os frutos que  
20 receberam a cobertura QC apresentaram perda de massa significativamente inferior  
21 à dos frutos cobertos com Q e dos frutos não cobertos, que já se encontravam em  
22 estado avançado de deterioração (Figura 3). Tanada-Palmu et al. (2005), de maneira  
23 semelhante, não observaram efeito significativo da aplicação de cobertura à base de  
24 glúten sobre a perda de massa em morangos. De forma similar, Campos e Clemente  
25 (2008) observaram que frutos cobertos com solução de quitosana (1%) e ácido  
26 ascórbico (0,6%) apresentaram perda de massa similar à dos frutos não cobertos,  
27 após nove dias de armazenamento sob temperatura de 10°C. Ayranci e Tunc (2003)  
28 relataram que a incorporação de ácido ascórbico em coberturas à base de metil-  
29 celulose e ácido esteárico conduziu à maior perda de massa em cogumelos e couve-  
30 flor, devido à diminuição da hidrofobicidade da cobertura, demonstrando que a perda  
31 de massa está intimamente relacionada à permeabilidade ao vapor de água da  
32 cobertura. Não foi observado efeito significativo da incorporação de ácido ascórbico  
33 na perda de massa dos frutos. Contrariamente, Park et al. (2001) relataram que a  
34 adição de ácido ascórbico aos filmes à base de quitosana ou de quitosana

1 combinada com carragena diminuiu sua permeabilidade ao vapor de água. A perda  
2 de massa em frutos é devida principalmente à perda de água causada pelos  
3 processos de transpiração e respiração (HERNANDEZ-MUÑOZ et al., 2006). A  
4 máxima perda de massa observada nesse experimento foi de 6,14%, estando  
5 próxima ao limite máximo tolerado para morangos, que é de 6%, a fim de evitar a  
6 depreciação da aparência do fruto (CANTILLANO et al., 2003). A perda de água é  
7 um acelerador da senescência dos frutos, acarretando maior rapidez na taxa de  
8 desintegração da membrana e perda do conteúdo celular e, conseqüentemente, o  
9 murchamento e a perda de suculência (GARCIA et al., 1998).

### 11 3.5. Cor

12 Durante o armazenamento refrigerado, verificou-se uma redução significativa  
13 do valor  $L^*$  nos frutos não cobertos e cobertos com a solução Q, enquanto que os  
14 demais frutos não sofreram variação da luminosidade até o décimo segundo dia de  
15 armazenamento, evidenciando o efeito da cobertura na manutenção dessa  
16 coordenada (Tabela 3). Similarmente, Vargas et al. (2006) observaram a redução da  
17 luminosidade durante o armazenamento de amostras não cobertas e cobertas com  
18 quitosana ao longo do armazenamento, atribuindo a perda de luminosidade à  
19 desidratação das amostras. No entanto, Ribeiro et al. (2007) observaram  
20 manutenção da luminosidade em frutos não cobertos e cobertos com quitosana e  
21 com quitosana e cloreto de cálcio durante 6 dias de armazenamento refrigerado.

22 No décimo quinto dia de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram  
23 aumento significativo no valor  $L$ , provavelmente devido às alterações decorrentes da  
24 senescência, levando ao amolecimento do fruto pela maceração do tecido e  
25 conseqüente liberação de líquido na sua superfície, A presença de líquido em uma  
26 superfície aumenta sua reflectância, provocando um aumento no valor de  $L^*$ . No  
27 primeiro dia de armazenamento, os frutos que receberam cobertura apresentaram  
28 menor luminosidade que os não cobertos, verificando-se os menores valores de  $L$   
29 nos frutos que receberam a cobertura QC. Similarmente, Vargas et al. (2006)  
30 relataram uma pequena redução na luminosidade dos frutos pela adição da  
31 cobertura, embora essa redução não tenha sido significativa. De acordo com Vargas  
32 et al. (2006), alterações nas propriedades de reflexão da superfície dos frutos  
33 tratados com coberturas podem provocar redução da luminosidade. No terceiro dia  
34 de armazenamento, somente os frutos cobertos com QC diferiram do controle, mas

1 não diferindo dos demais tratamentos de cobertura. Com exceção do primeiro dia de  
2 armazenamento, os frutos cobertos com QA e QCA não diferiram do controle  
3 durante todo o período de armazenamento.

4 Nos frutos armazenados a 25°C, verificou-se uma redução significativa no  
5 valor L\*, com o tempo de armazenamento, naqueles que não receberam cobertura e  
6 nos cobertos com a solução Q, enquanto que os demais mantiveram a luminosidade  
7 durante todo o período de armazenamento (Tabela 4). Contrariamente, Hernandez-  
8 Muñoz et al. (2006) relataram uma redução significativa da luminosidade nos frutos  
9 cobertos e não cobertos em função do tempo de armazenamento.

10 A maior retenção de firmeza nos frutos cobertos com QC, QA e QCA, e,  
11 portanto, maior integridade da superfície do fruto, pode ter contribuído para a  
12 manutenção da luminosidade das amostras durante o armazenamento. Não foi  
13 verificada diferença significativa entre frutos cobertos e não cobertos ou entre as  
14 coberturas durante todo período de armazenamento. A incorporação de ácido  
15 ascórbico à cobertura não exerceu efeito protetor contra o escurecimento dos frutos  
16 em nenhuma das temperaturas de armazenamento testadas.

17 Nos frutos armazenados sob refrigeração, observou-se uma redução  
18 significativa do ângulo hue após o décimo segundo dia de armazenamento,  
19 enquanto os frutos controle não sofreram alteração neste parâmetro da cor (Tabela  
20 3). Han et al. (2004), de maneira semelhante, não observaram diferença significativa  
21 no ângulo hue de morangos cobertos com quitosana e submetidos ao  
22 armazenamento refrigerado, embora tenha ocorrido diminuição não significativa  
23 desse valor. Não houve diferença entre as coberturas empregadas durante todo o  
24 armazenamento, verificando-se diferença entre os frutos cobertos e não cobertos no  
25 sexto dia, quando os frutos cobertos com QC apresentaram menor ângulo h\* que os  
26 frutos controle, e no último dia de armazenamento, quando todos tratamentos  
27 diferiram do controle.

28 O ângulo hue sofreu redução significativa ao longo do armazenamento dos  
29 frutos cobertos e mantidos a 25°C, enquanto os frutos não-cobertos mantiveram  
30 esse parâmetro inalterado até o quinto dia (Tabela 4). Não foi observada diferença  
31 significativa entre frutos cobertos e não-cobertos e entre as coberturas empregadas  
32 durante todo o período de armazenamento.

33 Tanto nos frutos refrigerados (Tabela 3) quanto nos armazenados a 25°C  
34 (Tabela 4), observou-se redução significativa de C\* em todos os tratamentos em

1 função do tempo de armazenamento. Contrariamente, Vargas et al. (2006) não  
 2 verificaram efeito da aplicação de cobertura à base de quitosana nos valores C\* ou  
 3 h\* de morangos.

4 Tabela 3.Coordenadas de cor (L\*, h\* e C\*), teor de compostos fenólicos totais extraíveis e de  
 5 antocianinas totais de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO =  
 6 controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA  
 7 = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 15 dias de armazenamento refrigerado ( 0 +  
 8 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				
	CO	Q	QC	QA	QCA
<b>L*</b>					
Dia 0	33,88 ± 0,65 <sup>A</sup>				
Dia 1	32,95 ± 0,60 <sup>aA</sup>	30,62 ± 0,65 <sup>bbB</sup>	27,59 ± 0,45 <sup>ca</sup>	31,15 ± 0,23 <sup>ba</sup>	30,56 ± 0,69 <sup>ba</sup>
Dia 3	29,16 ± 0,87 <sup>abB</sup>	28,04 ± 0,29 <sup>abC</sup>	27,44 ± 0,25 <sup>ba</sup>	28,04 ± 0,47 <sup>abA</sup>	28,27 ± 0,09 <sup>abA</sup>
Dia 6	29,28 ± 1,21 <sup>abB</sup>	27,65 ± 0,06 <sup>abC</sup>	26,44 ± 0,36 <sup>ba</sup>	27,41 ± 0,69 <sup>abA</sup>	28,26 ± 0,71 <sup>abA</sup>
Dia 9	29,19 ± 0,74 <sup>abB</sup>	27,53 ± 0,26 <sup>ac</sup>	27,65 ± 0,11 <sup>aA</sup>	30,41 ± 1,87 <sup>aA</sup>	30,35 ± 0,55 <sup>aA</sup>
Dia 12	29,50 ± 0,48 <sup>abB</sup>	25,56 ± 0,49 <sup>bc</sup>	26,42 ± 0,07 <sup>ba</sup>	28,74 ± 0,92 <sup>aA</sup>	28,75 ± 0,46 <sup>aA</sup>
Dia 15	32,27 ± 1,79 <sup>aA</sup>	32,99 ± 0,19 <sup>aA</sup>	33,40 ± 0,14 <sup>aC</sup>	35,32 ± 1,03 <sup>ab</sup>	33,69 ± 0,4 <sup>ab</sup>
<b>H*</b>					
Dia 0	30,37 ± 0,34 <sup>AB</sup>				
Dia 1	30,92 ± 0,38 <sup>aA</sup>	27,13 ± 0,79 <sup>abA</sup>	24,22 ± 0,71 <sup>ba</sup>	28,04 ± 0,51 <sup>abA</sup>	28,72 ± 2,32 <sup>abA</sup>
Dia 3	25,92 ± 1,01 <sup>abB</sup>	25,94 ± 0,15 <sup>aA</sup>	25,03 ± 0,59 <sup>aA</sup>	24,32 ± 0,32 <sup>aAB</sup>	24,85 ± 0,20 <sup>aAB</sup>
Dia 6	27,82 ± 1,14 <sup>abB</sup>	26,78 ± 0,45 <sup>abA</sup>	24,51 ± 0,09 <sup>ba</sup>	25,10 ± 0,51 <sup>abAB</sup>	26,02 ± 0,64 <sup>abAB</sup>
Dia 9	27,70 ± 0,75 <sup>aAB</sup>	26,70 ± 0,55 <sup>aA</sup>	25,77 ± 0,66 <sup>aA</sup>	28,23 ± 1,64 <sup>abAB</sup>	27,41 ± 0,73 <sup>aAB</sup>
Dia 12	27,56 ± 0,84 <sup>aAB</sup>	25,09 ± 0,98 <sup>abA</sup>	24,31 ± 0,40 <sup>aA</sup>	26,09 ± 1,03 <sup>aAB</sup>	26,56 ± 0,66 <sup>aAB</sup>
Dia 15	27,66 ± 1,71 <sup>aAB</sup>	20,90 ± 0,08 <sup>bb</sup>	20,23 ± 0,18 <sup>bb</sup>	22,89 ± 1,71 <sup>abB</sup>	22,26 ± 0,75 <sup>bb</sup>
<b>C*</b>					
Dia 0	40,50 ± 0,25 <sup>A</sup>				
Dia 1	41,20 ± 0,84 <sup>Aa</sup>	38,29 ± 1,19 <sup>abA</sup>	34,34 ± 0,83 <sup>ba</sup>	39,27 ± 0,60 <sup>abA</sup>	38,35 ± 1,63 <sup>abA</sup>
Dia 3	34,50 ± 0,88 <sup>aAB</sup>	33,22 ± 0,69 <sup>abB</sup>	33,25 ± 1,03 <sup>aAB</sup>	32,61 ± 0,72 <sup>abC</sup>	32,84 ± 0,49 <sup>aBC</sup>
Dia 6	35,17 ± 1,65 <sup>aAB</sup>	34,05 ± 0,58 <sup>abB</sup>	30,50 ± 0,30 <sup>bb</sup>	32,84 ± 0,57 <sup>abBC</sup>	33,85 ± 0,86 <sup>abAB</sup>
Dia 9	34,35 ± 1,04 <sup>aAB</sup>	33,96 ± 0,49 <sup>abB</sup>	33,37 ± 0,84 <sup>aAB</sup>	36,76 ± 2,00 <sup>aAB</sup>	35,38 ± 1,10 <sup>aAB</sup>
Dia 12	32,87 ± 0,37 <sup>abB</sup>	31,88 ± 1,34 <sup>abB</sup>	31,64 ± 0,41 <sup>aAB</sup>	34,69 ± 0,92 <sup>aAB</sup>	34,69 ± 0,89 <sup>aAB</sup>
Dia 15	31,30 ± 0,37 <sup>abB</sup>	27,00 ± 0,59 <sup>aC</sup>	26,25 ± 0,14 <sup>aC</sup>	28,90 ± 1,64 <sup>aC</sup>	28,40 ± 1,01 <sup>aC</sup>
<b>Compostos fenólicos totais extraíveis (mg ácido gálico/100g frutos)</b>					
Dia 0	165,15 ± 15,47 <sup>A</sup>				
Dia 6	176,99 ± 10,63 <sup>aA</sup>	183,79 ± 0,82 <sup>aA</sup>	180,90 ± 0,49 <sup>aA</sup>	116,04 ± 12,30 <sup>bb</sup>	86,19 ± 12,25 <sup>ba</sup>
Dia 9	113,97 ± 6,28 <sup>aAB</sup>	101,45 ± 4,19 <sup>abB</sup>	125,56 ± 13,65 <sup>aB</sup>	165,69 ± 3,71 <sup>ba</sup>	185,87 ± 4,74 <sup>bb</sup>
Dia 15	147,87 ± 5,13 <sup>aAB</sup>	149,82 ± 10,17 <sup>aA</sup>	150,90 ± 9,26 <sup>aAB</sup>	141,60 ± 0,34 <sup>ab</sup>	106,21 ± 20,22 <sup>aA</sup>
<b>Antocianinas totais (mg de cianidina 3-glicosídeo/100 g de frutos)</b>					
Dia 0	10,09 ± 0,94 <sup>A</sup>				
Dia 6	11,30 ± 1,02 <sup>aA</sup>	10,62 ± 0,39 <sup>abA</sup>	12,31 ± 0,61 <sup>ba</sup>	13,26 ± 0,86 <sup>abA</sup>	12,02 ± 0,94 <sup>abA</sup>
Dia 9	11,81 ± 0,40 <sup>aA</sup>	12,03 ± 0,59 <sup>aA</sup>	12,63 ± 0,97 <sup>aA</sup>	12,99 ± 1,25 <sup>aAB</sup>	13,35 ± 0,69 <sup>aA</sup>
Dia 15	10,46 ± 0,18 <sup>aA</sup>	11,33 ± 0,73 <sup>abA</sup>	10,68 ± 0,18 <sup>ba</sup>	8,13 ± 0,16 <sup>abB</sup>	10,62 ± 1,11 <sup>abA</sup>

9 Erro padrão calculado com base em três repetições compostas por 15 frutos..

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

13

14

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

Tabela 4. Coordenadas de cor ( $L^*$ ,  $h^*$  e  $C^*$ ), teor de compostos fenólicos totais extraíveis e de antocianinas totais de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 7 dias de armazenamento a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  (valor médio  $\pm$  erro padrão)

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				
	CO	Q	QC	QA	QCA
<b><math>L^*</math></b>					
Dia 0	28,99 $\pm$ 0,26 <sup>AB</sup>				
Dia 1	29,44 $\pm$ 0,06 <sup>aA</sup>	28,93 $\pm$ 0,20 <sup>aA</sup>	28,93 $\pm$ 0,20 <sup>aA</sup>	28,74 $\pm$ 0,06 <sup>aA</sup>	28,96 $\pm$ 0,19 <sup>aA</sup>
Dia 3	28,53 $\pm$ 0,20 <sup>aAB</sup>	28,73 $\pm$ 0,21 <sup>aAB</sup>	29,26 $\pm$ 0,34 <sup>aA</sup>	28,46 $\pm$ 0,56 <sup>aA</sup>	29,13 $\pm$ 0,57 <sup>aA</sup>
Dia 5	27,85 $\pm$ 0,62 <sup>aB</sup>	27,37 $\pm$ 0,13 <sup>aAB</sup>	27,95 $\pm$ 0,56 <sup>aA</sup>	27,77 $\pm$ 0,32 <sup>aA</sup>	27,12 $\pm$ 0,17 <sup>aB</sup>
Dia 7		26,99 $\pm$ 0,77 <sup>aB</sup>	29,16 $\pm$ 0,26 <sup>aA</sup>	29,11 $\pm$ 0,96 <sup>aA</sup>	28,86 $\pm$ 0,67 <sup>aA</sup>
<b><math>H^*</math></b>					
Dia 0	22,91 $\pm$ 0,20 <sup>A</sup>				
Dia 1	23,64 $\pm$ 0,07 <sup>aA</sup>	23,46 $\pm$ 0,07 <sup>aA</sup>	23,84 $\pm$ 0,16 <sup>aA</sup>	23,35 $\pm$ 0,10 <sup>aA</sup>	23,71 $\pm$ 0,10 <sup>aA</sup>
Dia 3	22,79 $\pm$ 0,30 <sup>aA</sup>	22,53 $\pm$ 0,17 <sup>aB</sup>	22,15 $\pm$ 0,28 <sup>aB</sup>	22,50 $\pm$ 0,27 <sup>aA</sup>	21,86 $\pm$ 0,24 <sup>aAB</sup>
Dia 5	23,35 $\pm$ 0,55 <sup>aA</sup>	22,26 $\pm$ 0,16 <sup>abB</sup>	21,72 $\pm$ 0,26 <sup>abB</sup>	21,55 $\pm$ 0,35 <sup>aA</sup>	21,93 $\pm$ 0,41 <sup>abB</sup>
Dia 7		22,80 $\pm$ 0,40 <sup>aAB</sup>	21,80 $\pm$ 0,53 <sup>aB</sup>	21,65 $\pm$ 0,75 <sup>aA</sup>	22,70 $\pm$ 0,05 <sup>aAB</sup>
<b><math>C^*</math></b>					
Dia 0	30,06 $\pm$ 0,77 <sup>A</sup>				
Dia 1	28,42 $\pm$ 0,17 <sup>bAB</sup>	29,94 $\pm$ 0,41 <sup>aA</sup>	30,70 $\pm$ 0,53 <sup>aA</sup>	29,83 $\pm$ 0,20 <sup>abA</sup>	30,86 $\pm$ 0,05 <sup>aA</sup>
Dia 3	25,90 $\pm$ 0,46 <sup>abc</sup>	25,03 $\pm$ 0,32 <sup>aB</sup>	25,79 $\pm$ 0,40 <sup>aB</sup>	26,32 $\pm$ 0,26 <sup>aB</sup>	25,96 $\pm$ 0,85 <sup>aB</sup>
Dia 5	23,50 $\pm$ 1,26 <sup>abC</sup>	22,82 $\pm$ 0,12 <sup>bBC</sup>	25,29 $\pm$ 0,59 <sup>abB</sup>	26,28 $\pm$ 0,18 <sup>aB</sup>	25,51 $\pm$ 0,24 <sup>abB</sup>
Dia 7		20,33 $\pm$ 1,55 <sup>aC</sup>	25,00 $\pm$ 0,41 <sup>bB</sup>	24,89 $\pm$ 0,76 <sup>bB</sup>	25,43 $\pm$ 0,40 <sup>bB</sup>
<b>Compostos fenólicos totais extraíveis (mg ácido gálico/100g frutos)</b>					
Dia 0	202,40 $\pm$ 14,28 <sup>A</sup>				
Dia 1	150,48 $\pm$ 16,70 <sup>aA</sup>	145,53 $\pm$ 11,27 <sup>aA</sup>	183,13 $\pm$ 3,79 <sup>aA</sup>	156,27 $\pm$ 3,62 <sup>aA</sup>	158,76 $\pm$ 5,35 <sup>aA</sup>
Dia 3	175,70 $\pm$ 9,39 <sup>aA</sup>	156,92 $\pm$ 2,97 <sup>aA</sup>	177,90 $\pm$ 3,59 <sup>aA</sup>	158,65 $\pm$ 13,92 <sup>aA</sup>	174,60 $\pm$ 4,48 <sup>aA</sup>
<b>Antocianinas totais (mg de cianidina 3-glicosídeo/100 g de frutos)</b>					
Dia 0	16,27 $\pm$ 0,11 <sup>A</sup>				
Dia 1	16,61 $\pm$ 0,24 <sup>A</sup>	18,25 $\pm$ 1,45 <sup>aA</sup>	19,25 $\pm$ 1,26 <sup>A</sup>	16,61 $\pm$ 0,31 <sup>aA</sup>	16,94 $\pm$ 0,30 <sup>aA</sup>
Dia 3	17,97 $\pm$ 0,83 <sup>aA</sup>	17,12 $\pm$ 0,34 <sup>aA</sup>	15,37 $\pm$ 1,35 <sup>aA</sup>	15,43 $\pm$ 0,97 <sup>aA</sup>	16,30 $\pm$ 0,3 <sup>aA</sup>

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

12

13 Nos frutos refrigerados não foi verificada diferença entre frutos cobertos e  
14 não-cobertos, com exceção do primeiro e sexto dias de armazenamentos, em que os  
15 frutos cobertos com QC, apresentaram menor valor  $C^*$ . Nos frutos armazenados à  
16  $25^\circ\text{C}$ , aqueles que receberam a cobertura QCA apresentaram maior valor  $C^*$  no  
17 primeiro dia de armazenamento, não observando-se diferença entre frutos cobertos  
18 e não cobertos no terceiro e quinto dias de armazenamento. Os frutos cobertos com  
19 as soluções QC, QCA e QA, mantiveram os valores de  $C^*$  inalterados do terceiro ao

1 sétimo dia de armazenamento, enquanto os frutos que receberam a cobertura Q,  
2 sofreram redução significativa neste parâmetro ao longo do armazenamento.  
3 Contrariamente, Herrnandez-Muñoz et al. (2006), observaram manutenção do valor  
4 C\* nos frutos cobertos tanto com quitosana quanto com quitosana combinada com  
5 cálcio, não verificando qualquer efeito adicional decorrente da incorporação de cálcio  
6 na cobertura.

### 7 8 *3.6. Compostos fenólicos totais extraíveis e antocianinas totais*

9 Durante o armazenamento dos frutos sob refrigeração, os frutos que  
10 receberam a cobertura QC, apresentaram maior teor de antocianinas que o controle  
11 e que os demais frutos cobertos no sexto dia de armazenamento (Tabela 3). Não foi  
12 verificada diferença entre os tratamentos no nono dia. Ao final do armazenamento,  
13 os frutos que receberam a cobertura QC apresentaram teor de antocianinas  
14 significativamente maior que o controle. O conteúdo de antocianinas dos frutos que  
15 receberam a cobertura QA sofreu redução significativa durante o armazenamento,  
16 enquanto que nos demais frutos a variação não foi significativa. De acordo com  
17 Skrede et al. (1992), a presença de ácido ascórbico acelera a degradação da  
18 antocianina, promovendo a redução observada nos frutos cobertos com QA.

19 Nos frutos cobertos com QCA, verificou-se uma ligeira redução do teor de  
20 antocianinas, mas não de forma significativa. A presença de cálcio na cobertura  
21 pode ter interferido na reação de degradação das antocianinas.

22 Nos frutos armazenados à temperatura ambiente, não foi observada variação  
23 de antocianinas, em nenhum dos tratamentos testados (Tabela 4). Outros autores,  
24 de maneira semelhante, não verificaram alteração no teor de antocianinas de  
25 morangos não cobertos durante o armazenamento refrigerado (GIL et al., 1997;  
26 CANTILLANO et al., 2008). Contrariamente, Vargas et al. (2006) observaram  
27 manutenção do conteúdo de antocianinas apenas em morangos que receberam  
28 cobertura, enquanto que os frutos sem cobertura sofreram uma redução significativa  
29 deste pigmento durante armazenamento. Em nenhum dos dias avaliados foi  
30 observada diferença significativa entre os frutos cobertos e não cobertos, ou entre os  
31 tipos de cobertura empregados, nos frutos armazenados à temperatura ambiente  
32 (Tabela 4). Fan et al. (2009) não observaram diferença significativa quanto ao  
33 conteúdo de antocianinas de morangos minimamente processados com ou sem  
34 cobertura comestível.

1           No armazenamento refrigerado, ao sexto dia, os frutos cobertos com QA e  
2 QCA apresentaram conteúdo de compostos fenólicos menor que os demais  
3 tratamentos, situação que se inverteu no nono dia de armazenamento, quando  
4 apresentaram maior conteúdo que os demais tratamentos. Nos frutos controle e nos  
5 frutos cobertos com as soluções Q e QC, o conteúdo de compostos fenólicos sofreu  
6 uma redução até o nono dia de armazenamento; verificando-se um ligeiro aumento  
7 no décimo quinto dia. (Tabela 3). Esse comportamento pode ser explicado pela  
8 ocorrência de reações de polimerização dos compostos fenólicos após o nono dia de  
9 armazenamento. Contrariamente, Zheng et al. (2007) observaram um aumento no  
10 conteúdo total de compostos fenólicos em frutos não cobertos nos primeiros 10 dias  
11 de armazenamento a 5°C, observando, posteriormente, um decréscimo gradual  
12 nesse atributo até os 14 dias de armazenamento. A redução dos compostos  
13 fenólicos observada pode ser devida à maior ação da enzima polifenoloxidase,  
14 promovida pela degradação progressiva da parede celular em decorrência da  
15 senescência dos frutos.

16           Nos frutos armazenados à temperatura ambiente não foi observada variação  
17 no conteúdo de compostos fenólicos no decorrer do armazenamento ou entre os  
18 tratamentos testados (Tabela 4)

### 20 *3.7. Análise Sensorial*

21           No armazenamento refrigerado, os frutos com ou sem cobertura  
22 apresentaram a mesma aceitação pelos provadores, obtendo nota de  
23 aproximadamente 5, o que representa boa aceitabilidade (Figura 4A). Não foi  
24 verificada diferença significativa entre as coberturas empregadas, exceto no sexto  
25 dia de armazenamento, quando os frutos cobertos com QC receberam nota média  
26 de aproximadamente 4, não diferindo dos frutos cobertos com QCA, enquanto os  
27 demais frutos mantiveram média de aproximadamente 5. Esse resultado está de  
28 acordo com Han et al. (2005) quando relataram que coberturas à base de quitosana  
29 não modificaram a aceitação de morangos refrigerados, não apresentando aumento  
30 perceptível de adstringência. Contrariamente, alguns autores (DEVLIEGUERE et al.,  
31 2004; VARGAS et al., 2006) relataram detecção de sabor levemente amargo e mais  
32 adstringente nas amostras cobertas com solução de quitosana quando a análise  
33 sensorial foi realizada imediatamente após a aplicação da cobertura. Essa maior  
34 adstringência pode ser explicada pelo aumento dos grupos amínicos protonados

1 decorrente da dissolução da quitosana em meio ácido, aumentando sua afinidade de  
2 ligação com as proteínas salivares (RODRIGUEZ et al., 2003). A diminuição da  
3 aceitabilidade dos frutos contendo cálcio pode ser devida à detecção de sabor  
4 amargo, relatado por alguns provadores, pois embora o cálcio exerça um efeito  
5 benéfico na textura, pode provocar sabor amargo nos frutos (HERNANDEZ-MUNOZ  
6 et al., 2006). Nos frutos armazenados à temperatura ambiente, a média de  
7 aceitabilidade foi de aproximadamente 5, não sendo verificada diferença significativa  
8 entre os frutos cobertos e não cobertos, ou entre as coberturas aplicadas (Figura  
9 4B).

10 A incorporação de ácido ascórbico ou cálcio na cobertura possibilita ganho  
11 adicional de qualidade, no controle do desenvolvimento fúngico, sendo o ácido  
12 ascórbico mais indicado por não provocar alteração sensorial perceptível.

#### 14 **4. Conclusões**

15 A aplicação pós-colheita de coberturas à base de quitosana em morangos  
16 preserva sua qualidade durante o armazenamento sob as duas condições testadas.

17 A incorporação de ácido ascórbico na cobertura possibilita ganho adicional no  
18 controle do desenvolvimento fúngico sem interferir na aceitabilidade do fruto,  
19 prolongando a vida útil de morangos armazenados sob refrigeração por até 12 dias.

20 A incorporação de ácido ascórbico na cobertura possibilita ganho adicional no  
21 controle do desenvolvimento fúngico prolongando a vida útil de morangos  
22 armazenados à temperatura ambiente por até 3 dias.

#### 24 **Referências**

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

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

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

34 AMARANTE, C., BANKS, N.H.,. Postharvest physiology and quality of coated fruits  
35 and vegetables. *Hortic. Rev.*, v.26, p.161–238, 2001.

37 ANTUNES, L.E.C., REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. *Jornal da Fruta*,  
38 Lages, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.

- 1  
2 AYRANCI, E. ; TUNC, S. A method for the measurement of the oxygen permeability  
3 and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh  
4 foods. *Food Chemistry*, v.80, p.423–431, 2003.
- 5  
6 CAMARGO, Y.R.; LIMA, L.C.O.; SCALON, S.P.Q.; SIQUEIRA, A.C. Efeito do cálcio  
7 sobre o amadurecimento de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) CV. campineiro.  
8 *Ciênc. Arotec.*, Lavras, v.24, n.4, p.968-972, out./dez., 2000.
- 9  
10 CAMPOS, R.; RODOVALHO, M.A. Coating on ‘Camarosa’ organic strawberries  
11 stored at low temperature. *Brazilian Journal of Food Technology.*, v. 12, n. 1, p. 60-  
12 67, jan./mar. 2009.
- 13  
14 CAMPOS, R.P.; CLEMENTE, E. Perda de massa em morangos ‘camarosa’  
15 revestidos com quitosana, durante armazenamento refrigerado. In: XX Congresso  
16 Brasileiro de Fruticultura -54th Annual Meeting of the Interamerican Society for  
17 Tropical Horticulture, 2008, Vitória/ES, Anais do...Vitória/ES, 2008.
- 18  
19 CANTILLANO, R.F.F; CASTAÑEDA, L.M.F.; TREPTOW, R.O.; SCHUNEMANN,  
20 A.P.P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o  
21 armazenamento refrigerado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento –EMBRAPA.*,  
22 Nº75, outubro, 2008
- 23  
24 CARRILO-LOPEZ, A., RAMIREZ-BUSTAMANTE, F., VALDEZ-TORRES, J.B.,  
25 ROJAS-VILLEGAS, R., YAHIA, E.M. Ripening and quality changes in mango fruit as  
26 affected by coating with an edible film. *J. Food Quality*. v.23, p.479–486, 2000.
- 27  
28 CHAIPRASART, P.; HANDSAWASDI, C.; PIPATTANAWONG, N. The Effect of  
29 Chitosan Coating and Calcium Chloride Treatment on Postharvest Qualities of  
30 Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa*). *Acta Hort. (ISHS)* v.708, p.337-342. 2006.  
31 disponível [http://www.actahort.org/books/708/708\\_58.htm](http://www.actahort.org/books/708/708_58.htm) acessado em 02/10/2009.
- 32  
33 CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.D. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e  
34 manuseio. Lavras: 2ªed, Lavras: UFLA. 2005.
- 35  
36 CIA, P.; BRON, I.U.; VALENTINI, S. R. T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A. Atmosfera  
37 modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. *Biosci. J.*,  
38 Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007.
- 39  
40 COLLA, E.; SOBRAL, P.J.A., MENEGALLI, F.C. Effect of composite edible coating  
41 from *Amaranthus cruentus* flour and stearic acid on refrigerated strawberry (*Fragaria*  
42 *ananassa*) quality. *Latin American Applied Research*, v.36, p.249-254, 2006
- 43  
44 CORTEZ, L. A.; HONORIO, S. L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e  
45 hortaliças. Embrapa Hortaliças (Brasília, DF).- Brasília: Embrapa Informações  
46 Tecnológicas, 2002. 428 p.
- 47  
48 DEL-VALLE, V.; MUÑOZ, P.H; GUARDA, A.; GALOTTO, M.J. Development of a  
49 cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend

- 1 strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, v.91, n.4, p. 751-756,  
2 2005.
- 3
- 4 DU, J., HIROSHI, G., IWAHORI, S. Effects of chitosan coating on the storage of  
5 peach, Japanese pear, and kiwifruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural*  
6 *Science*, v.66, p.15–22. 1997.
- 7
- 8 EL GHAOUTH, A., ARUL, J. GRENIER, J., ASSELIN, A. Antifungal Activity of  
9 chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Postharvest Pathology*  
10 *and Mycotoxins, Phytopathology*, v.82, p.398-402, 1992.
- 11
- 12 EL GHAOUTH, A.; ARUL, J.; C.; BENHAMOU, N. Biochemical and cytochemical  
13 aspects of the interactions of chitosan and *Botrytis cinerea* in bell pepper fruit.  
14 *Postharvest biology and Technology*, v.12, p. 183-194, 1997.
- 15
- 16
- 17 FAN, Y.; XU, Y.; WANG, D.; ZHANG, L.; SUN, J.; SUN, L.; ZHANG, B. Effect of  
18 alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria x ananassa*)  
19 preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*, v.53, p.84–90, 2009.
- 20
- 21 FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins**  
22 **as Food Colors**. Academic Press, New York, p.182-205, 1982.
- 23
- 24 GARCIA, L.C. Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente  
25 processados. 2009.121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos).  
26 Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas,  
27 Campinas.
- 28
- 29 GARCIA, M.A., MARTINO, M.N., ZARITZKY, N.E., Plasticized starchbased coatings  
30 to improve strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality and stability. *J. Agric. Food*  
31 *Chem.*, v.46, p.3758–3767, 1998.
- 32
- 33 HAN, C.; ZHAO, Y., LEONARD, S.W., TRABER, M.G. Edible coatings to improve  
34 storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria x*  
35 *ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology*, v.  
36 33, p.67-78, 2004.
- 37
- 38 HAN, C.; LEDERER, C.; MCDANIEL, M.; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh  
39 Strawberry (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings.  
40 *Journal of Food Science*. v. 70,n.3, 2005.
- 41
- 42 HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M. J., GAVARA, R. Effect of  
43 calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x*  
44 *ananassa*). *Postharvest Biology and Technology*, v. 39, p.247–253, 2006.
- 45
- 46 HERNANDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; DEL-VALLE, V.; VELEZ, D.; GAVARA, R.  
47 Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry  
48 (*Fragaria \_ ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, v.110,  
49 p.428–435, 2008.
- 50

1 HIRANO, S.; ITAKURA, C.; SEINO, H.; AKIYAMA, Y.; NONAKA, I.; KANBARA, N.;  
2 KAWAKAMI, T. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. *J Agric Food*  
3 *Chem*, v.38, n.5, p.1214-1217, 1990.

4  
5 JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de  
6 revestimentos comestíveis em pêssego (*prunus persica*). *Ciência e Tecnologia*  
7 *Alimentos*, v.23, n.1, p.95-100, jan.-abr. 2003.

8  
9 LI, Q., DUNN, E.T.; GRANDMAISON, E.W.; GOOSEN, M.F.A. Applications and  
10 properties of chitosan. *J Bioactive Comp Polym*, v.7, p.370–97, 1992.

11  
12 LARRAURI, J.A.; RÚPEREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature  
13 on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels.  
14 *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v.45, p.1390-1393, 1997.

15  
16 MADAIL, J.C. M.; ANTUNES, L.E.; BELARMINO, L.C.; SILVA, B.A.; GARDIN, J.A.  
17 Avaliação Econômica dos Sistemas de Produção de Morango: Convencional,  
18 Integrado e Orgânico. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 4p. (Comunicado  
19 Técnico, 181), 2007.

20  
21 MALGARIM, M. B; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições  
22 de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. *Revista*  
23 *Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal - SP, v. 28, n. 2, p. 185-189, Agosto 2006.

24  
25 OBANDA, M.OWUR, P.O. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as  
26 quality potential indicators of kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and*  
27 *Agriculture*, v.74, p.209-215, 1997.

28  
29 OUATTARA, B.; SIMARD, R.E.; PIETTE, G.; BÉGIN, A.; HOLLEY, R.A. Diffusion of  
30 acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *Food*  
31 *Chemistry and Toxicology*, v. 65, p.768-773, 2000.

32  
33 OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de  
34 morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. *A Lavoura*, Rio de  
35 Janeiro, v.108, n.655.2005

36  
37 PARK, S.; LEE, B.I.; JUNG, S.T., PARK, J.H. Biopolymer composite films based on  
38 k-carrageenan and chitosan. *Materials Research Bulletin*, v.36, p.511–519, 2001.

39  
40 PARK, S.I.; STAN, S.D.; DAESCHEL, M.A.; ZHAO, Y. Antifungal coatings on fresh  
41 strawberries (*Fragaria x ananassa*) to control mold growth during cold storage. *J.*  
42 *Food Sci.* v.70, n.4, p.202–207, 2005

43  
44 PIZARRO, C.A.C. Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e  
45 armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas. 2009. 58p. Tese  
46 (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola,  
47 Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

48

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

4  
5 RIBEIRO, C. Estudo de estratégias para a valorização industrial do morango. 2005.  
6 65f..Dissertação (Mestrado ) – Programa de Pós-Graduação, Universidade de  
7 Minho, 2005.

8  
9 ROMANAZZI, G.; KARABULUT, O.A.; SMILANICK, J. L. Combination of chitosan and  
10 ethanol to control postharvest gray mold of table grapes, *Postharvest Biology and*  
11 *Technology*, v.45, p. 134–140, 2007.

12  
13 RODRIGUEZ, M.S., ALBERTENGO, L.A., VITALE, I., AGULLO, E. Relationship  
14 between astringency and chitosan-saliva solutions turbidity at different pH. *J. Food*  
15 *Sci.*, v.68, p.665–667, 2003.

16  
17 SANTOS, A.M. Melhoramento genético do morangueiro. *Informe Agropecuário*, Belo  
18 Horizonte, v. 20, n. 198, p. 24-9, 1999.

19  
20 SKREDE, G., WROLSTAD, R. E., e ENERSEN, G. Color stability of strawberry and  
21 blackcurrant syrups. *Journal of Food Science*, v.57,p.172–177, 1992.

22  
23 STATSOFT. STATISTICA for Windows – Computer program manual. Statsoft Inc.,  
24 Tulsa, 2001.

25  
26 THARANATHAN, R.N. e KITTUR, F.S. Chitin - the undisputed biomolecule of great  
27 potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.43, n.1, p.61-87. 2003.

28  
29 VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM,  
30 V.P.; CRUZ, R. Filmes e revestimento comestíveis na conservação de produtos  
31 alimentícios. *Revista Ceres*, v.52, n.300, p.221-244, 2005.

32  
33 ZHENG, Y.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; ZHENG, W. Changes in strawberry  
34 phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen  
35 treatments. *LWT*, v.40, p.49–57, 2007.

36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46

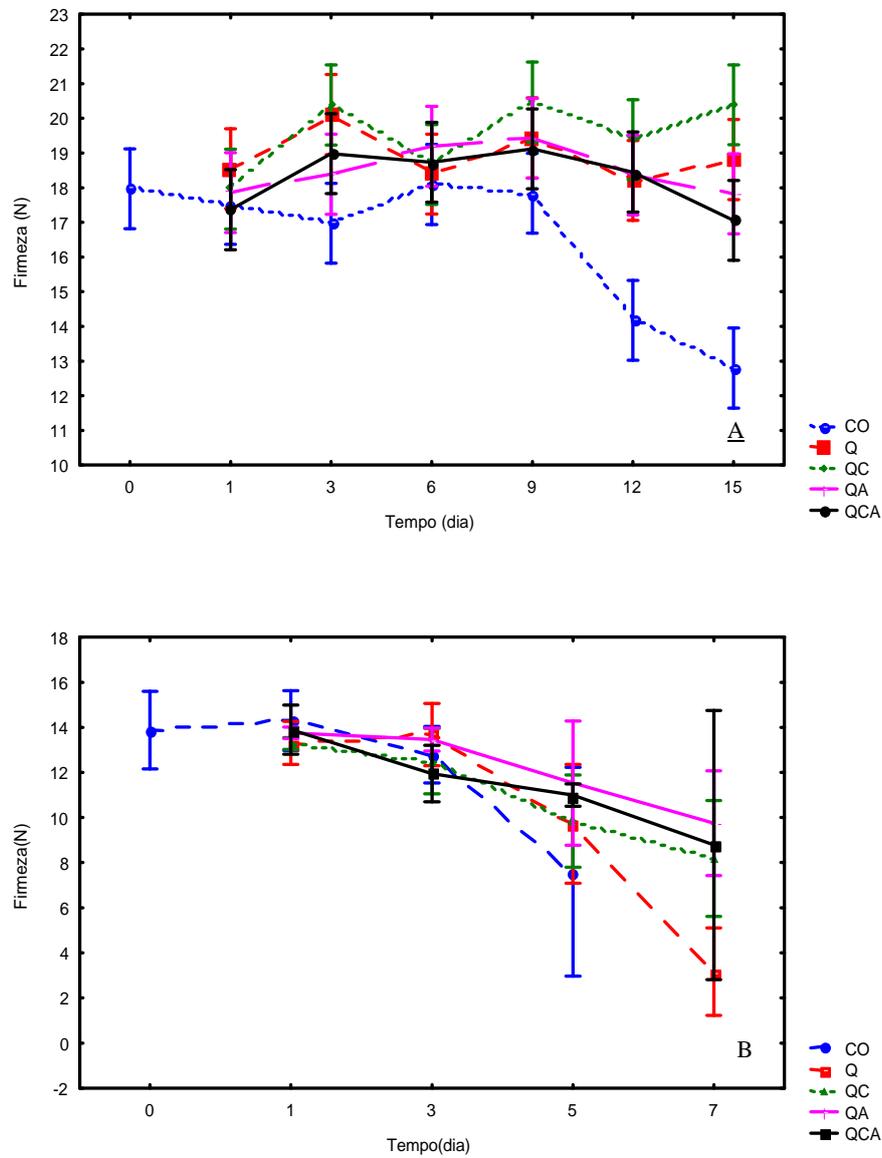


Figura 1. Firmeza (N) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, A: durante 15 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 ± 5% UR). B: durante 7 dias de armazenamento à 25 + 2°C.

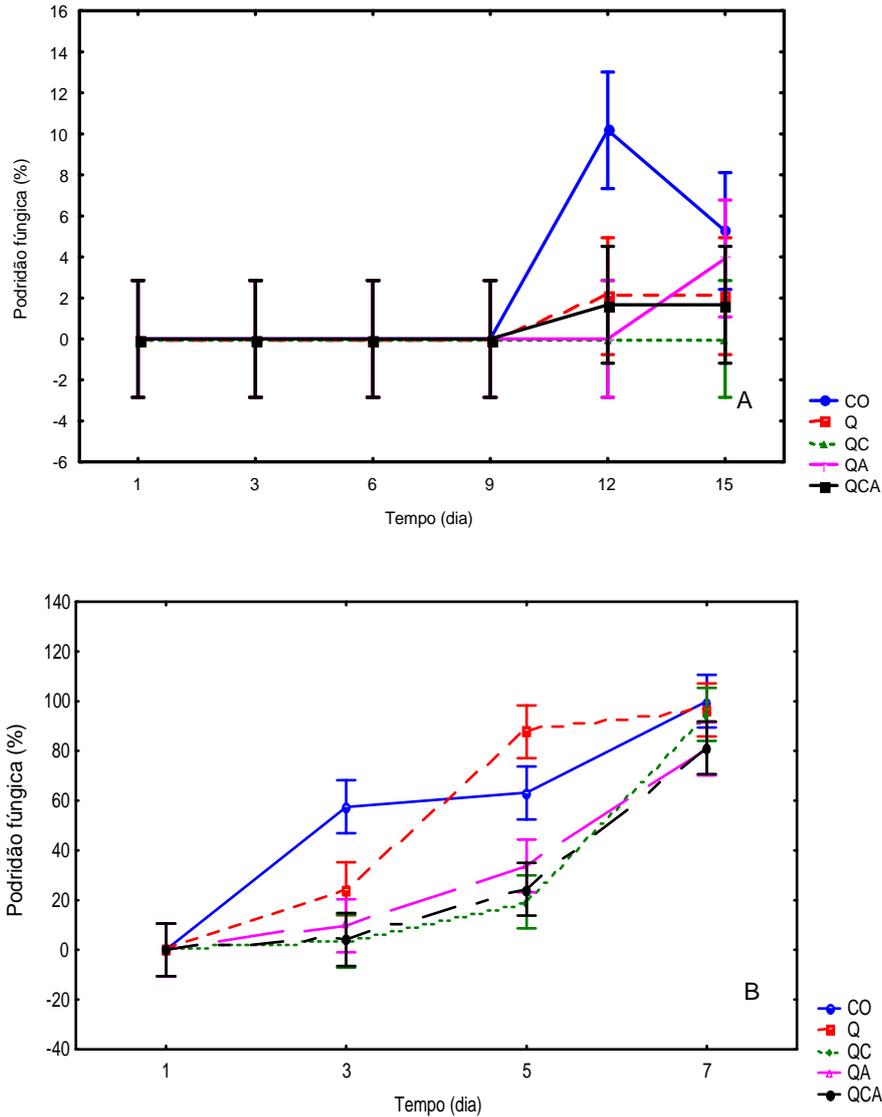
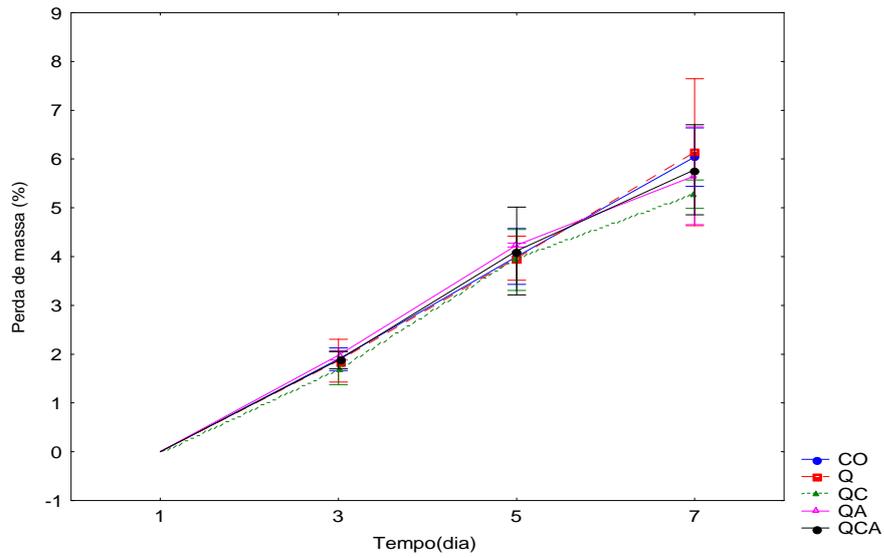


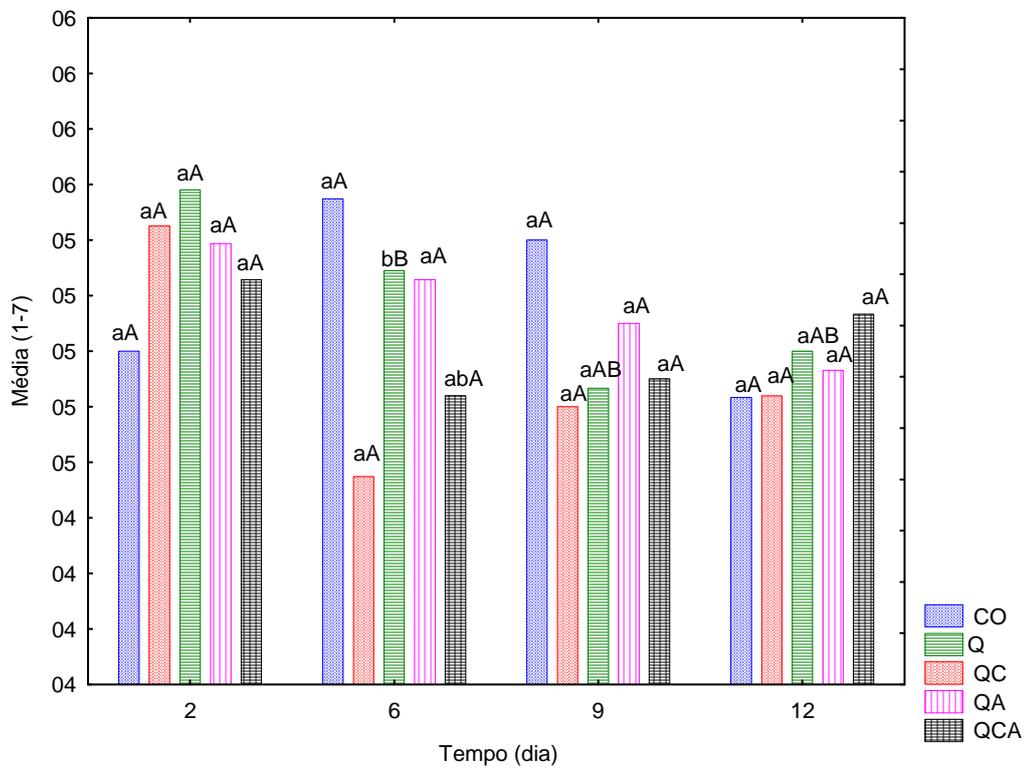
Figura 2. Podridão fungica (%) de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, **A**: durante 15 dias de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR). **B**: durante 7 dias de armazenamento à 25 + 2°C.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18

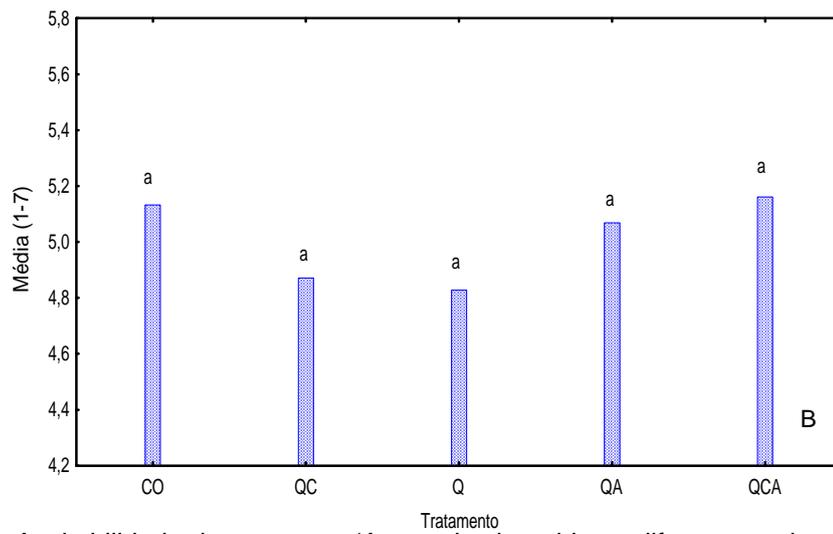


**Figura 3.** Perda de massa (%) de morangos ‘Aromas’ submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, **A:** durante 15 dias de armazenamento refrigerado ( 0 + 2°C, 75 ± 5% UR). **B:** durante 7 dias de armazenamento à 25 + 2°C.

19  
20  
21  
22



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10



11 Figura 4. Aceitabilidade de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO =  
12 controle; Q= quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA =  
13 quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico, **A**: durante 12 dias de armazenamento refrigerado (  
14 0+2°C, 75±5% UR). **B**: no primeiro dia de armazenamento à 25+2°C

#### 4 CONCLUSÕES

A aplicação pós-colheita de coberturas à base de quitosana em morangos cv. Aromas preserva sua qualidade durante o armazenamento a 0°C e a 25°C.

A adição de ácidos graxos às coberturas à base de quitosana não proporciona ganho adicional na manutenção da qualidade, além de provocar alterações sensoriais que prejudicam a aceitação do fruto.

A combinação de cloreto de cálcio ou ácido ascórbico a essas coberturas proporciona ganho adicional no controle do desenvolvimento fúngico e na manutenção da firmeza, sendo o ácido ascórbico mais interessante tecnologicamente por não interferir na aceitabilidade do fruto, prolongando a vida útil de morangos cv. Aromas armazenados sob refrigeração por até 12 dias.

No armazenamento à temperatura ambiente, os mesmos ganhos na manutenção da qualidade de morangos cv. Aromas foram obtidos com a aplicação de cobertura à base de quitosana incorporada de ácido ascórbico, prolongando a vida útil dos frutos por até 3 dias.

## 5 REFERÊNCIAS

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.

AMARANTE, C., BANKS, N.H.,. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **Hortic. Rev.**, v.26, p.161–238, 2001.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p.151-158, 2002.

ANTUNES, L.E.C., REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.

ANVISA – Legislação para alimentos, disponível em <http://www.anvisa.gov.br>, acessado em 08/05/2009.

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

AYRANCI, E. ; TUNC, S. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods.**Food Chemistry**, v.80, p.423–431, 2003.

AYRANCI, E.; TUNC, S.The effect of fatty acid content on water vapour and carbon dioxide transmissions of cellulose-based edible films. **Food Chemistry**, v.72, p.231-236, 2001.

AZEREDO, H. M. C. Coberturas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **B. CEPPA**, Curitiba, n.2, p.267-278, jul./dez., 2003.

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, p.110–117, 2009.

BAGCHI, D. et al. Anti-angiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. **Biochemistry**, v. 69, n. 1, p. 75-80, 2004.  
BALDWIN, E.A.; NISPEROS, M.O.; CHEN, X.; HAGENMAIER, R.D. Improving storage life of cut apples and potato with edible coating. **Postharvest Biology and Technology**, v.9, p.151-163, 1996.

BATISTA, J.; TANADA-PALMU, P.S.; GROSSO, C.R.F. Efeito da adição de ácidos graxos em filmes à base de pectina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4; p.781-788, out.-dez, 2005.

BERTAN, L.C. ; TANADA-PALMU, P.S.; SIANI, A.C. ; GROSSO, C.R.F. Effect of fatty acids and 'Brazilian elemi' on composite films based on gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.73–82, 2005.

BRAHM, R. U.; PEDROSO DE OLIVEIRA, R. Potencial de multiplicação *in vitro* de cultivares de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 26, n. 3, p.504-510, 2004.

BRECHT, J. K. et al. Maintaining optimal atmosphere conditions for fruits and vegetables throughout the postharvest handling chain. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 87-101, 2003

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, out./dez., 2000.

CAMILLI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; Cia, P. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, v.33, p.3, p.215-221, 2007.

CAMPANIELLO, D.; BEVILACQUA, A.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M.R. Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. **Food Microbiology**, v.25, p.992–1000, 2008.

CAMPOS, R.; RODOVALHO, M.A. Coating on 'Camarosa' organic strawberries stored at low temperature. **Brazilian Journal of Food Technology.**, v. 12, n. 1, p. 60-67, jan./mar. 2009

CAMPOS, R.P.; CLEMENTE, E. Perda de massa em morangos 'camarosa' revestidos com quitosana, durante armazenamento refrigerado. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura -54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória/ES, **Anais do...** Vitória/ES, 2008.

CANTILLANO F; BENDER RJ; LUCHSINGER L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: CANTILLANO, F. **Morango: pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2003.

CANTILLANO, R.F.F; CASTAÑEDA, L.M.F.; TREPTOW, R.O.; SCHUNEMANN, A.P.P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento –EMBRAPA**, N°75, outubro, 2008

CANTILLANO, R. F .F. **Sistema de produção do morango - Sistema de produção**, nov. 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 03/05/2009.

CARRILO-LOPEZ, A., RAMIREZ-BUSTAMANTE, F., VALDEZ-TORRES, J.B., ROJAS-VILLEGAS, R., YAHIA, E.M. Ripening and quality changes in mango fruit as affected by coating with an edible film. **J. Food Quality**. v.23, p.479–486, 2000.

CARRILO-LOPEZ, A., RAMIREZ-BUSTAMANTE, F., VALDEZ-TORRES, J.B., ROJAS-VILLEGAS, R., YAHIA, E.M. Ripening and quality changes in mango fruit as affected by coating with an edible film. **J. Food Quality**. v.23, p.479–486, 2000.

CÉ, N. **Utilização de filmes de quitosana contendo nisina e natamicina para cobertura de kiwis e morangos minimamente processados**. 2009. 95p.Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

CHAIPRASART, P.; HANDSAWASDI, C.; PIPATTANAWONG, N. **The Effect of Chitosan Coating and Calcium Chloride Treatment on Postharvest Qualities of Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa*)**. Acta Hort. (ISHS) v.708, p.337-342. 2006. disponível [http://www.actahort.org/books/708/708\\_58.htm](http://www.actahort.org/books/708/708_58.htm) acessado em 02/10/2009.

CHEN, M.A.; WENG, Y.M.; CHEN, W. Edible coating as preservative carriers to inhibit yeast on taiwanese-style fruit preserves. **Journal of Food Safety**, n.19, p.89-96, 1999.

CHIEN, P.J.; SHEU, F.U.; YANG, F.H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **J. Food. Eng.**, n.78, p.225-229, 2007.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: 2ªed, Lavras: UFLA. 2005.

CIA, P.; BRON, I.U.; VALENTINI, S. R. T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, 2007.

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.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Possible mechanisms by which postharvest , calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopathology**, v.74, p.208-210, 1984.

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. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 83, p. 163-173, 2002..

CORTEZ, L. A.; HONORIO, S. L.; MORETTI, C.L. **Resfriamento de frutas e hortaliças; Embrapa Hortaliças (Brasilia, DF)**.- Brasilia: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 428 p.

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 (*Fr1agaria 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.

DONG, H.; CHENG, L.; TAN, J.; ZHENG, K.; JIANG, Y. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. **Journal of Food Engineering**, v.64, p.355–358, 2004.

DU, J., HIROSHI, G., IWAHORI, S. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.66, p.15–22. 1997.

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.

EL GHAOUTH, A.; ARUL, J., C.; BENHAMOU, N. Biochemical and cytochemical aspects of the interactions of chitosan and *Botrytis cinerea* in bell pepper fruit. **Postharvest biology and Technology**, v.12, p. 183-194, 1997.

EL-MOUGY, N. S.; EL-GAMAL, N. G.; ABDALLA, M. A. The use of fungicide alternatives for controlling postharvest decay of strawberry and orange fruits. **Journal of Plant Protection Research**,v. 48,n.3, 2008.

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

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as Food Colors**. Academic Press, New York, p.182-205, 1982.

GARCIA, J.M.; HERRERA, S.; MORILLA, A. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry, J. Agric. **Food Chem.**, v.44,p 30-33, 1996.

GARCIA, L.C. **Aplicação de coberturas comestíveis em morangos minimamente processados**. 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GARCIA, M.A., MARTINO, M.N., ZARITZKY, N.E., Plasticized starchbased coatings to improve strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality and stability. **J. Agric. Food Chem.**, v.46, p.3758-3767, 1998.

GIL, M. I.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 5, p. 1662-1667, 1997.

GONÇALVES, E. D.; MALGARIM, M.B.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L.E.C.; CANTILLANO, R.F.F. Conservação Pós-colheita de Amora-preta (*Rubus* sp). **1º Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas**, Pelotas, p.226-230, 2004.

HAFFNER, K.; ROSENFELD, H.J.; SKREDE, G.; WANG, L. Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.279-289, 2002.

HAN, C.; LEDERER, C.; MCDANIEL, M.; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberrie (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal of Food Science**. v. 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 x ananassa*) and raspberries (*Rubus idaeus*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, p.67-78, 2004.

HARKER, F.R.; REDGWELL, R.J.;HALLETT, I.C.; MURRAY, S.H.; CARTER, G.,Texture of fresh fruit. **Hortic. Rev.**v, 20, p.121-224, 1997.

HEINONEN, I. M., MEYER, A. S.; FRANKEL, E. N. Antioxidant activity of berry phenolics on human low density lipoprotein and liposome oxidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.4107-411, 1998.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas1. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n.º 2. 1999.

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.

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.

HIRANO, S.; ITAKURA, C.; SEINO, H.; AKIYAMA, Y.; NONAKA, I.; KANBARA, N.; KAWAKAMI, T. Chitosan as an ingredient for domestic animal feeds. **J Agric Food Chem**, v.38, n.5, p.1214-1217, 1990.

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**, v.17, p. 19–32, 1999.

HOSOKAWA, J.; NISHIYAMA, M.; YOSHIHARA, K.; KUBO, T. Biodegradable Film Derived from Chitosan and Homogenized Cellulose. **Ind. Eng. Chem. Res.**, v.29, p.800-805, 1990.

IAC – **INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS** – Centro avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Frutas. <http://www.iac.sp.gov.br/>. Acesso em 30/07/07.

IEA – Instituto de Economia Agrícola. 2007, 11 de janeiro. **Pólos de produção do morango**. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br/out/vertexto.php?codtexto=11/>

JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*prunus persica*). **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.23, n.1, p.95-100, jan.-abr. 2003.

JIANG, Y.; LI, Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**, v. 73 p. 143-159, 2001.

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

KONG, J. M. et al. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 64, n. 5, p. 923-933, 2003.

LACERDA, A.; DE PAULA, S.; FERNANDES, M.I.; BOSCO, A. Post-harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits (*Fragaria ananassa* Dutch cv. Sequóia): evaluation of fruit quality and post-harvest life. **Ciênc. e agrotec.**, v.23, p.841-848, 1999.

LARRAURI, J.A.; RÚPEREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.45, p.1390-1393, 1997.

LEE, J.Y., PARK, H.J., LEE, C.Y., CHOY, W.Y. Extending shelf life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.36, p.323-329, 2003.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LI, H.; YU, T. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. **J Sci Food Agric**, v.81, p.269-274, 2000.

LI, Q., DUNN, E.T.; GRANDMAISON, E.W.; GOOSEN, M.F.A. Applications and properties of chitosan. **J Bioactive Comp Polym**, v.7, p.370-97, 1992.

LIN, D.; ZHAO, Y. Innovations in the Development and Application of Edible coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.6, p.60-75, 2007.

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.

MADAIL, J.C. M.; ANTUNES, L.E.; BELARMINO, L.C.; SILVA, B.A.; GARDIN, J. A. **Avaliação Econômica dos Sistemas de Produção de Morango: Convencional, Integrado e Orgânico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 4p. (Comunicado Técnico, 181), 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.

MEYERS, K. J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 23, p. 6887-6892, 2003.

MORAES, I.V.M. **Morango Processado Minimamente e Conservado sob Refrigeração e Atmosfera Controlada**. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

MULLEN, W.; MCGINN, J.; LEAN, M. E. J.; MACLEAN, M. R.; GARDNER, P.; DUTHIE, G. G.. ET AL. Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their

contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.5191–5196, 2002.

NO, H.K.; MEYERS, S.P.; PRINYAWIWATKUL, W.; XU, Z. Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf Life of Foods: A Review. **Journal of Food Science**, v.72, n.5, 2007.

OBANDA, M.OWUR, P.O. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.74, p.209-215, 1997.

OLIVEIRA JUNIOR. **Caracterização dos efeitos de quitosanas na inibição de fungos fitopatogênicos**. 2006. 132f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v.108, n.655.2005.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; FERREIRA, L.V. **Camino Real: nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 161).

OUATTARA, B.; SIMARD, R.E.; PIETTE, G.; BÉGIN, A.; HOLLEY, R.A. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 65, p.768-773, 2000.

PARK, S.; LEE, B.I.; JUNG, S.T., PARK, J.H. Biopolymer composite films based on k-carrageenan and chitosan. **Materials Research Bulletin**, v.36, p.511–519, 2001.

PARK, S.I.; STAN, S.D.; DAESCHEL, M.A.; ZHAO, Y. Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria x ananassa*) to control mold growth during cold storage. **J. Food Sci.** v.70, n.4, p.202–207, 2005

PARK, S.I.; ZHAO, Y. Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into Chitosan-based films. **J. Agric. Food Chem.**, v.52, p.1933–1939, 2004.

PEREZ-GAGO, M.B.; ROJAS, C.; DEL RÍO, M.A. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite coatings on plum (*cv. Autumn giant*) quality during storage. **J. Food. Sci.**, v.68, n.3, p.879-883, 2003.

PERKINS-VEAZIE, P., Growth and ripening of strawberry fruit. **Hortic.Rev.** v.17, 267–297.,1995.

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.

QUEZADA GALLO, J.A., DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.;VOLILLEY, A.. Lipid hidrofobicity, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based edible films. **Journal of Membrane Science**, v.180, p.37-46, 2000.

RAHMAN, M.A.; MAHMUD, T.M.M.; KADIR, J.; ABDUL RAHMAN; R. AND BEGUM, M.M. Antimicrobial activities of chitosan and calcium chloride on *in vitro* growth of *C. Gloeosporioides* from papaya. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. v.31, n.2, p. 223 – 232, 2008.

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.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry** v.66, p.401-436, 1999.

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

ROJAS-GRAU, M.A.;TAPIA, M.S.; MARTIN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples, **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.41,139–147, 2008.

ROMANAZZI, G.; KARABULUT, O.A.; SMILANICK, J. L.Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes, **Postharvest Biology and Technology**, v.45, p. 134–140, 2007.

SANGSUWAN, J.; RATTANAPANONE, N.; RACHTANAPUN, P. Effect of chitosan/methyl cellulose films on microbial and quality characteristics of fresh-cut cantaloupe and pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, v.49, p.403–410, 2008.

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

SEBTI, I.; MARTIAL-GROS, A.; CARNET-PANTIEZ, A.; GRELIER, S.; COMA, V. Chitosan Polymer as Bioactive Coating and Film against *Aspergillus niger* Contamination. **Journal of Food Science**, v.70, n.2, p.100-104, 2005.

SILVA, Andréia Fonseca; DIAS, Mário Sérgio Carvalho, et. Al. **Botânica e Fisiologia do morangueiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, vol. 28, n. 236, p. 7-13, jan.-fev. 2007.

SILVA, F. L. et al. Anthocyanins pigments in strawberry. **LWT**, v. 40, n. 2, p.374-382, 2007.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.<sup>a</sup>; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Florianópolis/Porto Alegre: Editora UFSC/UFRGS, 2003. 378p.

SKREDE, G., WROLSTAD, R. E., e ENERSEN, G. Color stability of strawberry and blackcurrant syrups. **Journal of Food Science**, v.57, p.172–177, 1992.

SOUZA, A.; SCALON, S.; CHITARRA, M.; CHITARRA, A. - Post-harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits (*Fragaria ananassa* Dutch cv. Sequoia): Evaluation of fruit quality and post-harvest life. Lavras: **Ciências Agrotécnicas**. V.23, n.4, p. 841-848, 1999.

SRINIVASA, P.C.; RAMESH, M.N.; THARANATHAN, R.N. Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability characteristics of chitosan films, **Food Hydrocolloids**, 2007.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows – Computer program manual**. Statsoft Inc., Tulsa, 2001.

STREIT, F. **Estudo do aproveitamento do bagaço de maçã para produção de quitosana fúngica**. 2004. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 25, p. 7449-7454, 2002.

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

TAPIA, M.S.; ROJAS-GRAU, M.A.; CARMONA, <sup>a</sup>; RODRÍGUEZ, F.J.; SOLIVA-FORTUNY; MARTIN-BELLOSO, O. Use of alginate and gellan based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. **Food Hydrocolloids**, v.22, n.8, p.1493-1503, 2008.

THARANATHAN, R.N. e KITTUR, F.S. Chitin - the undisputed biomolecule of great potential. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, n.1, p.61-87. 2003.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Aromas strawberry cultivar**. disponível em <http://www.ucop.edu/ott/strawberry/Aromascultivar.htm>, Acessado em 15/04/09.

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.

VARGAS, M.; CHIRALT, A.; ALBORS, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot. **Postharvest Biology and Technology**, v.51, p.263-271, 2009.

VICENTE, A.R.; COSTA M.L.; MARTINEZ, G.A. et al. Effect of heat treatments on cell wall degradation and softening in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.38, n.3, p. 213-222, 2005.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.; CRUZ, R. Filmes e revestimento comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v.52, n.300, p.221-244, 2005.

WONG, D., GASTINEAU, F., GREGORSKI, K.S., TILLIN, S.J., PAVLATH, A.E., Chitosan-lipid films microstructure and surface energy. **J. Agri. Food Chem.** v.40, p.540-544, 1992.

WROLSTAD, R.E.; DURST, R. W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in Anthocyanin products. **Trends in Food Science and Technology**, v.16, p.423-428, 2005.

XU, S.; CHEN, X.; SUN, D.W. Preservation of kiwifruit coats with edible film at ambient temperature. **Journal of Food Engineering**, v.50, p.211-216, 2001.

ZHANG, D., Quantick, P., Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. **J. Hortic. Sci. Biotechnol.** v.73, p.763-767, 1998.

ZHENG, Y.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; ZHENG, W. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. **LWT**, v.40, p.49-57, 2007.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – RESULTADOS DO PRIMEIRO ARTIGO

**Tabela A.** pH, firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (%AT), podridão fúngica (%) e coordenadas de cor (L\*, a\*, b\*, C\* e H\*) 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).

Tratamento	Tempo de Armazenamento		
	Dia 0	Dia 3	Dia 10
		<b>pH</b>	
CO	3,70 ± 0,02 <sup>A</sup>	3,62 ± 0,01 <sup>CA</sup>	3,54 ± 0,09 <sup>aA</sup>
QC		3,82 ± 0,02 <sup>aA</sup>	3,62 ± 0,01 <sup>aB</sup>
QCAO		3,70 ± 0,02 <sup>bA</sup>	3,66 ± 0,00 <sup>aA</sup>
QCAE		3,66 ± 0,09 <sup>bA</sup>	3,62 ± 0,07 <sup>aA</sup>
		<b>Firmeza</b>	
CO	18,77 ± 1,19 <sup>A</sup>	18,22 ± 1,94 <sup>aA</sup>	18,92 ± 0,04 <sup>aA</sup>
QC		19,78 ± 0,52 <sup>aA</sup>	19,46 ± 0,65 <sup>aA</sup>
QCAO		20,21 ± 0,77 <sup>aA</sup>	18,33 ± 1,60 <sup>aA</sup>
QCAE		21,96 ± 0,89 <sup>aA</sup>	19,74 ± 0,20 <sup>aA</sup>
		<b>SS</b>	
CO	6,47 ± 0,34 <sup>A</sup>	6,23 ± 0,03 <sup>bA</sup>	6,33 ± 0,09 <sup>aA</sup>
QC		6,53 ± 0,12 <sup>abA</sup>	6,57 ± 0,15 <sup>aA</sup>
QCAO		6,63 ± 0,09 <sup>aA</sup>	6,7 ± 0,06 <sup>aA</sup>
QCAE		6,43 ± 0,12 <sup>abA</sup>	6,35 ± 0,16 <sup>aA</sup>
		<b>Acidez Titulável (%AT)</b>	
CO	0,76 ± 0,07 <sup>A</sup>	0,72 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,6 ± 0,05 <sup>aA</sup>
QC		0,62 ± 0,02 <sup>bA</sup>	0,61 ± 0,02 <sup>aA</sup>
QCAO		0,65 ± 0,02 <sup>bA</sup>	0,58 ± 0,03 <sup>aA</sup>
QCAE		0,67 ± 0,01 <sup>bA</sup>	0,60 ± 0,03 <sup>aA</sup>
		<b>Podridão Fúngica (%)</b>	
CO	0	0	12,78 ± 0,28 <sup>a</sup>
QC		2,08 ± 2,08	2,08 ± 2,08 <sup>b</sup>
QCAO		0	5,93 ± 3,23 <sup>ab</sup>
QCAE		0	4,31 ± 2,16 <sup>b</sup>
		<b>COR</b>	
		<b>L*</b>	
CO	31,62 ± 0,72 <sup>B</sup>	35,73 ± 0,63 <sup>aA</sup>	33,34 ± 0,58 <sup>aAB</sup>
QC		33,84 ± 0,21 <sup>abA</sup>	31,39 ± 0,82 <sup>aB</sup>
QCAO		34,5 ± 0,61 <sup>abA</sup>	31,22 ± 1,74 <sup>aA</sup>
QCAE		33,35 ± 0,98 <sup>bA</sup>	31,77 ± 0,45 <sup>aA</sup>

		<b>a*</b>	
CO	34,26 ± 0,26 <sup>A</sup>	34,06 ± 0,58 <sup>aA</sup>	32,05 ± 0,03 <sup>aB</sup>
QC		32,79 ± 0,72 <sup>aA</sup>	33,20 ± 1,32 <sup>aA</sup>
QCAO		33,18 ± 0,86 <sup>aA</sup>	32,58 ± 1,77 <sup>aA</sup>
QCAE		32,16 ± 0,17 <sup>aA</sup>	31,31 ± 0,21 <sup>aB</sup>
		<b>b*</b>	
CO	20,63 ± 1,34 <sup>B</sup>	24,75 ± 0,35 <sup>aA</sup>	22,20 ± 0,68 <sup>aAB</sup>
QC		22,19 ± 0,75 <sup>bA</sup>	22,16 ± 1,27 <sup>aA</sup>
QCAO		23,22 ± 0,31 <sup>abA</sup>	21,08 ± 2,68 <sup>aA</sup>
QCAE		21,93 ± 1,07 <sup>bA</sup>	21,41 ± 0,77 <sup>aA</sup>
		<b>C*</b>	
CO	40,16 ± 0,83 <sup>B</sup>	42,47 ± 0,6 <sup>aA</sup>	39,35 ± 0,40 <sup>aB</sup>
QC		40,03 ± 0,89 <sup>abA</sup>	40,2 ± 1,72 <sup>aA</sup>
QCAO		40,84 ± 0,81 <sup>abA</sup>	39,00 ± 2,91 <sup>aA</sup>
QCAE		39,22 ± 0,86 <sup>bA</sup>	38,11 ± 0,6 <sup>aA</sup>

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

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

**Tabela B.** Notas atribuídas no teste de 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 3 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão).

Tratamento	Tempo de Armazenamento	
	Dia 1	Dia 3
CO	4,94 ± 0,28 <sup>aA</sup>	5,33 ± 0,21 <sup>aA</sup>
QC	4,53 ± 0,21 <sup>aA</sup>	5,00 ± 0,26 <sup>abA</sup>
QCAO	2,72 ± 0,24 <sup>bA</sup>	3,17 ± 0,27 <sup>cA</sup>
QCAE	4,69 ± 0,17 <sup>aA</sup>	4,30 ± 0,24 <sup>bA</sup>

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

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

## APÊNDICE B– RESULTADOS DO SEGUNDO ARTIGO

**Tabela C.** Sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (%AT), firmeza, podridão fúngica (%), coordenadas de cor (L\*, h\* e C\*), teor de compostos fenólicos totais extraíveis, teor de antocianinas totais e aceitabilidade de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 15 dias de armazenamento refrigerado (0 + 2°C, 75 + 5% UR). (valor médio ± erro padrão).

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				
	CO	Q	QC	QA	QCA
<b>SS (°Brix)</b>					
Dia 0	4,47 ± 0,23 <sup>A</sup>				
Dia 1	4,43 ± 0,03 <sup>bA</sup>	5,93 ± 0,09 <sup>aAB</sup>	5,70 ± 0,17 <sup>aAB</sup>	4,97 ± 0,22 <sup>bA</sup>	4,97 ± 0,09 <sup>bA</sup>
Dia 3	4,83 ± 0,38 <sup>aA</sup>	6,13 ± 0,17 <sup>aA</sup>	5,90 ± 0,15 <sup>aAB</sup>	6,13 ± 0,24 <sup>aA</sup>	5,43 ± 0,43 <sup>aA</sup>
Dia 6	5,00 ± 0,21 <sup>aA</sup>	5,87 ± 0,03 <sup>aAB</sup>	6,27 ± 0,07 <sup>aA</sup>	5,93 ± 0,30 <sup>aA</sup>	5,80 ± 0,52 <sup>aA</sup>
Dia 9	4,67 ± 0,09 <sup>bA</sup>	6,13 ± 0,03 <sup>aA</sup>	5,63 ± 0,09 <sup>abAB</sup>	5,47 ± 0,98 <sup>abA</sup>	5,00 ± 0,26 <sup>abA</sup>
Dia 12	4,43 ± 0,15 <sup>bA</sup>	5,40 ± 0,06 <sup>abC</sup>	5,93 ± 0,18 <sup>aAB</sup>	5,10 ± 0,25 <sup>abA</sup>	4,60 ± 0,32 <sup>abA</sup>
Dia 15	4,83 ± 0,18 <sup>aA</sup>	5,60 ± 0,12 <sup>abC</sup>	5,47 ± 0,20 <sup>aB</sup>	5,03 ± 0,55 <sup>aA</sup>	5,00 ± 0,21 <sup>aA</sup>
<b>pH</b>					
Dia 0	3,53 ± 0,02 <sup>A</sup>				
Dia 1	3,48 ± 0,02 <sup>aA</sup>	3,37 ± 0,05 <sup>abA</sup>	3,49 ± 0,04 <sup>aAB</sup>	3,33 ± 0,03 <sup>abA</sup>	3,27 ± 0,05 <sup>bAB</sup>
Dia 3	3,40 ± 0,11 <sup>aA</sup>	3,49 ± 0,10 <sup>aA</sup>	3,54 ± 0,08 <sup>aA</sup>	3,46 ± 0,07 <sup>aA</sup>	3,28 ± 0,02 <sup>aAB</sup>
Dia 6	3,45 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,24 ± 0,02 <sup>bA</sup>	3,33 ± 0,00 <sup>bAB</sup>	3,24 ± 0,00 <sup>bA</sup>	3,23 ± 0,01 <sup>bB</sup>
Dia 9	3,42 ± 0,11 <sup>aA</sup>	3,31 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,28 ± 0,03 <sup>aB</sup>	3,39 ± 0,13 <sup>aA</sup>	3,30 ± 0,02 <sup>aAB</sup>
Dia 12	3,51 ± 0,07 <sup>aA</sup>	3,38 ± 0,06 <sup>aA</sup>	3,30 ± 0,01 <sup>aB</sup>	3,50 ± 0,01 <sup>aA</sup>	3,39 ± 0,02 <sup>aA</sup>
Dia 15	3,51 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,41 ± 0,01 <sup>abA</sup>	3,35 ± 0,06 <sup>bAB</sup>	3,36 ± 0,01 <sup>bA</sup>	3,30 ± 0,01 <sup>bAB</sup>
<b>AT (% ácido cítrico)*</b>					
Dia 0	0,58 ± 0,00 <sup>A</sup>				
Dia 1	0,53 ± 0,01 <sup>dA</sup>	0,72 ± 0,01 <sup>aA</sup>	0,67 ± 0,02 <sup>bA</sup>	0,54 ± 0,01 <sup>cdAB</sup>	0,58 ± 0,00 <sup>cAB</sup>
Dia 3	0,55 ± 0,04 <sup>bA</sup>	0,67 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,65 ± 0,01 <sup>abAB</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>abA</sup>	0,69 ± 0,02 <sup>aA</sup>
Dia 9	0,43 ± 0,01 <sup>cb</sup>	0,62 ± 0,01 <sup>ab</sup>	0,59 ± 0,01 <sup>abB</sup>	0,57 ± 0,05 <sup>abAB</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>bcBC</sup>
Dia 12	0,42 ± 0,02 <sup>ab</sup>	0,61 ± 0,04 <sup>bb</sup>	0,63 ± 0,02 <sup>bAB</sup>	0,45 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,45 ± 0,03 <sup>aC</sup>
Dia 15	0,40 ± 0,02 <sup>cCB</sup>	0,60 ± 0,01 <sup>abB</sup>	0,60 ± 0,01 <sup>aAB</sup>	0,48 ± 0,05 <sup>bcAB</sup>	0,48 ± 0,02 <sup>bcBC</sup>
<b>Firmeza (N)</b>					
Dia 0	17,97 ± 0,29 <sup>A</sup>	18,55 ± 0,42 <sup>aA</sup>	17,96 ± 0,11 <sup>aA</sup>	17,85 ± 0,46 <sup>aA</sup>	17,36 ± 0,47 <sup>aA</sup>
Dia 1	16,97 ± 0,31 <sup>bA</sup>	20,11 ± 0,66 <sup>aA</sup>	20,38 ± 0,35 <sup>aA</sup>	18,39 ± 0,56 <sup>abA</sup>	18,98 ± 0,48 <sup>abA</sup>
Dia 3	18,09 ± 0,08 <sup>aA</sup>	18,39 ± 0,10 <sup>aA</sup>	18,67 ± 1,41 <sup>aA</sup>	19,19 ± 0,54 <sup>aA</sup>	18,73 ± 0,70 <sup>aA</sup>
Dia 9	17,84 ± 0,23 <sup>bA</sup>	19,44 ± 0,74 <sup>abA</sup>	20,47 ± 0,61 <sup>aA</sup>	19,42 ± 0,21 <sup>abA</sup>	19,11 ± 0,35 <sup>abA</sup>
Dia 12	14,17 ± 0,26 <sup>bb</sup>	18,20 ± 0,44 <sup>aA</sup>	19,38 ± 0,43 <sup>aA</sup>	18,36 ± 0,09 <sup>aA</sup>	18,45 ± 0,12 <sup>aA</sup>
Dia 15	12,80 ± 0,74 <sup>bb</sup>	18,81 ± 0,60 <sup>aA</sup>	20,39 ± 0,81 <sup>aA</sup>	17,82 ± 0,98 <sup>aA</sup>	17,05 ± 1,16 <sup>aA</sup>
<b>Podridão Fúngica (%)</b>					
Dia 1	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>
Dia 3	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>
Dia 9	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>
Dia 12	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>

Dia 15	10,18 ± 5,78 <sup>aA</sup>	2,08 ± 2,08 <sup>Aa</sup>	0 ± 0,00 <sup>aA</sup>	0 ± 0,00 <sup>aA</sup>	1,67 ± 1,67 <sup>aA</sup>
<b>L*</b>					
Dia 0	33,88 ± 0,65 <sup>A</sup>				
Dia 1	32,95 ± 0,60 <sup>aA</sup>	30,62 ± 0,65 <sup>bB</sup>	27,59 ± 0,45 <sup>cA</sup>	31,15 ± 0,23 <sup>bA</sup>	30,56 ± 0,69 <sup>bA</sup>
Dia 3	29,16 ± 0,87 <sup>aB</sup>	28,04 ± 0,29 <sup>gabc</sup>	27,44 ± 0,25 <sup>bA</sup>	28,04 ± 0,47 <sup>abA</sup>	28,27 ± 0,09 <sup>abA</sup>
Dia 6	29,28 ± 1,21 <sup>aB</sup>	27,65 ± 0,06 <sup>abC</sup>	26,44 ± 0,36 <sup>bA</sup>	27,41 ± 0,69 <sup>abA</sup>	28,26 ± 0,71 <sup>abA</sup>
Dia 9	29,19 ± 0,74 <sup>aB</sup>	27,53 ± 0,26 <sup>aC</sup>	27,65 ± 0,11 <sup>aA</sup>	30,41 ± 1,87 <sup>aA</sup>	30,35 ± 0,55 <sup>aA</sup>
Dia 12	29,50 ± 0,48 <sup>aB</sup>	25,56 ± 0,49 <sup>bC</sup>	26,42 ± 0,07 <sup>bA</sup>	28,74 ± 0,92 <sup>aA</sup>	28,75 ± 0,46 <sup>aA</sup>
Dia 15	32,27 ± 1,79 <sup>aA</sup>	32,99 ± 0,19 <sup>aA</sup>	33,40 ± 0,14 <sup>aC</sup>	35,32 ± 1,03 <sup>aB</sup>	33,69 ± 0,4 <sup>aB</sup>

<b>H*</b>					
Dia 0	30,37 ± 0,34 <sup>AB</sup>				
Dia 1	30,92 ± 0,38 <sup>aA</sup>	27,13 ± 0,79 <sup>abA</sup>	24,22 ± 0,71 <sup>bA</sup>	28,04 ± 0,51 <sup>abA</sup>	28,72 ± 2,32 <sup>abA</sup>
Dia 3	25,92 ± 1,01 <sup>aB</sup>	25,94 ± 0,15 <sup>aA</sup>	25,03 ± 0,59 <sup>aA</sup>	24,32 ± 0,32 <sup>aAB</sup>	24,85 ± 0,20 <sup>aAB</sup>
Dia 6	27,82 ± 1,14 <sup>aAB</sup>	26,78 ± 0,45 <sup>abA</sup>	24,51 ± 0,09 <sup>bA</sup>	25,10 ± 0,51 <sup>abAB</sup>	26,02 ± 0,64 <sup>abAB</sup>
Dia 9	27,70 ± 0,75 <sup>aAB</sup>	26,70 ± 0,55 <sup>aA</sup>	25,77 ± 0,66 <sup>aA</sup>	28,23 ± 1,64 <sup>aAB</sup>	27,41 ± 0,73 <sup>aAB</sup>
Dia 12	27,56 ± 0,84 <sup>aAB</sup>	25,09 ± 0,98 <sup>abA</sup>	24,31 ± 0,40 <sup>aA</sup>	26,09 ± 1,03 <sup>aAB</sup>	26,56 ± 0,66 <sup>aAB</sup>
Dia 15	27,66 ± 1,71 <sup>aAB</sup>	20,90 ± 0,08 <sup>bB</sup>	20,23 ± 0,18 <sup>bB</sup>	22,89 ± 1,71 <sup>abB</sup>	22,26 ± 0,75 <sup>bB</sup>

<b>C*</b>					
Dia 0	40,50 ± 0,25 <sup>A</sup>				
Dia 1	41,20 ± 0,84 <sup>Aa</sup>	38,29 ± 1,19 <sup>abA</sup>	34,34 ± 0,83 <sup>bA</sup>	39,27 ± 0,60 <sup>abA</sup>	38,35 ± 1,63 <sup>abA</sup>
Dia 3	34,50 ± 0,88 <sup>aAB</sup>	33,22 ± 0,69 <sup>ab</sup>	33,25 ± 1,03 <sup>aBC</sup>	32,61 ± 0,72 <sup>abC</sup>	32,84 ± 0,49 <sup>abC</sup>
Dia 6	35,17 ± 1,65 <sup>aAB</sup>	34,05 ± 0,58 <sup>abB</sup>	30,50 ± 0,30 <sup>bB</sup>	32,84 ± 0,57 <sup>abBC</sup>	33,85 ± 0,86 <sup>abAB</sup>
Dia 9	34,35 ± 1,04 <sup>aAB</sup>	33,96 ± 0,49 <sup>ab</sup>	33,37 ± 0,84 <sup>aAB</sup>	36,76 ± 2,00 <sup>aAB</sup>	35,38 ± 1,10 <sup>aAB</sup>
Dia 12	32,87 ± 0,37 <sup>abB</sup>	31,88 ± 1,34 <sup>abB</sup>	31,64 ± 0,41 <sup>aAB</sup>	34,69 ± 0,92 <sup>aAB</sup>	34,69 ± 0,89 <sup>aAB</sup>
Dia 15	31,30 ± 3,17 <sup>aB</sup>	27,00 ± 0,59 <sup>aC</sup>	26,25 ± 0,14 <sup>aC</sup>	28,90 ± 1,64 <sup>aC</sup>	28,40 ± 1,01 <sup>aC</sup>

#### Compostos fenólicos totais extraíveis (mg ácido gálico/100g frutos)

Dia 0	165,15 ± 15,47 <sup>A</sup>				
Dia 6	176,99 ± 10,63 <sup>aA</sup>	183,79 ± 0,82 <sup>aA</sup>	180,90 ± 0,49 <sup>aA</sup>	116,04 ± 12,30 <sup>bB</sup>	86,19 ± 12,25 <sup>bA</sup>
Dia 9	113,97 ± 6,28 <sup>aAB</sup>	101,45 ± 4,19 <sup>aB</sup>	125,56 ± 13,65 <sup>aB</sup>	165,69 ± 3,71 <sup>bA</sup>	185,87 ± 4,74 <sup>bB</sup>
Dia 15	147,87 ± 5,13 <sup>aAB</sup>	149,82 ± 10,17 <sup>aA</sup>	150,90 ± 9,26 <sup>aAB</sup>	141,60 ± 0,34 <sup>aB</sup>	106,21 ± 20,22 <sup>aA</sup>

#### Antocianinas totais (mg de cianidina 3-glicosídeo/100 g de frutos)

Dia 0	10,09 ± 0,94 <sup>A</sup>				
Dia 6	11,30 ± 1,02 <sup>aA</sup>	10,62 ± 0,39 <sup>abA</sup>	12,31 ± 0,61 <sup>bA</sup>	13,26 ± 0,86 <sup>abA</sup>	12,02 ± 0,94 <sup>abA</sup>
Dia 9	11,81 ± 0,40 <sup>aA</sup>	12,03 ± 0,59 <sup>aA</sup>	12,63 ± 0,97 <sup>aA</sup>	12,99 ± 1,25 <sup>aAB</sup>	13,35 ± 0,69 <sup>aA</sup>
Dia 15	10,46 ± 0,18 <sup>aA</sup>	11,33 ± 0,73 <sup>abA</sup>	10,68 ± 0,18 <sup>bA</sup>	8,13 ± 0,16 <sup>abB</sup>	10,62 ± 1,11 <sup>abA</sup>

#### Médias teste de aceitabilidade

Dia 2	5,00 ± 0,22 <sup>aA</sup>	5,58 ± 0,22 <sup>aA</sup>	5,45 ± 0,23 <sup>aA</sup>	5,39 ± 0,24 <sup>aA</sup>	5,26 ± 0,22 <sup>aA</sup>
Dia 6	5,55 ± 0,21 <sup>aA</sup>	5,29 ± 0,27 <sup>aA</sup>	4,55 ± 0,25 <sup>bB</sup>	5,26 ± 0,22 <sup>aA</sup>	4,84 ± 0,25 <sup>abA</sup>
Dia 9	5,40 ± 0,20 <sup>aA</sup>	4,87 ± 0,20 <sup>aA</sup>	4,80 ± 0,24 <sup>aAB</sup>	5,10 ± 0,28 <sup>aA</sup>	4,90 ± 0,30 <sup>aA</sup>
Dia 15	4,83 ± 0,21 <sup>aA</sup>	4,84 ± 0,22 <sup>aA</sup>	5,00 ± 0,26 <sup>aAB</sup>	4,93 ± 0,21 <sup>aA</sup>	5,13 ± 0,21 <sup>aA</sup>

**Tabela D.** Sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (%AT), firmeza, podridão fúngica (%), perda de massa, coordenadas de cor (L\*, h\* e C\*), teor de compostos fenólicos totais extraíveis, teor de antocianinas totais e aceitabilidade de morangos 'Aromas' submetidos a diferentes coberturas comestíveis: CO = controle; Q = quitosana; QC = quitosana + cloreto de cálcio; QA = quitosana + ácido ascórbico; QCA = quitosana + cloreto de cálcio + ácido ascórbico durante 7 dias de armazenamento à 25+ 2°C (valor médio ± erro padrão)

Tempo de Armazenamento	Tratamentos				
	CO	Q	QC	QA	QCA
<b>SS (°Brix)</b>					
Dia 0	6,67 ± 0,09 <sup>A</sup>				
Dia 1	6,90 ± 0,10 <sup>aA</sup>	6,63 ± 0,12 <sup>aA</sup>	6,53 ± 0,09 <sup>aA</sup>	6,87 ± 0,03 <sup>aA</sup>	5,73 ± 0,12 <sup>aB</sup>
Dia 3	6,67 ± 0,03 <sup>aA</sup>	6,23 ± 0,07 <sup>aAB</sup>	6,17 ± 0,24 <sup>aA</sup>	6,67 ± 0,12 <sup>aA</sup>	6,73 ± 0,22 <sup>aA</sup>
Dia 5	6,00 ± 0,12 <sup>aB</sup>	5,70 ± 0,00 <sup>bBC</sup>	6,17 ± 0,03 <sup>aA</sup>	6,10 ± 0,06 <sup>aB</sup>	6,20 ± 0,00 <sup>aAB</sup>
Dia 7		5,50 ± 0,30 <sup>aC</sup>	5,47 ± 0,12 <sup>aB</sup>	5,73 ± 0,12 <sup>aB</sup>	5,83 ± 0,24 <sup>aB</sup>
<b>pH</b>					
Dia 0	3,41 ± 0,05 <sup>B</sup>				
Dia 1	3,35 ± 0,06 <sup>aB</sup>	3,28 ± 0,05 <sup>aB</sup>	3,27 ± 0,01 <sup>aC</sup>	3,28 ± 0,04 <sup>aB</sup>	3,38 ± 0,02 <sup>aB</sup>
Dia 3	3,53 ± 0,04 <sup>aAB</sup>	3,58 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,56 ± 0,04 <sup>aB</sup>	3,44 ± 0,03 <sup>abB</sup>	3,37 ± 0,02 <sup>bB</sup>
Dia 5	3,65 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,70 ± 0,06 <sup>aA</sup>	3,74 ± 0,01 <sup>aA</sup>	3,74 ± 0,05 <sup>aA</sup>	3,61 ± 0,05 <sup>aA</sup>
Dia 7		3,63 ± 0,10 <sup>aA</sup>	3,73 ± 0,03 <sup>aA</sup>	3,74 ± 0,04 <sup>aA</sup>	3,59 ± 0,01 <sup>aA</sup>
<b>AT (% ácido cítrico)</b>					
Dia 0	0,67 ± 0,02 <sup>A</sup>				
Dia 1	0,67 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,63 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,60 ± 0,00 <sup>aA</sup>	0,56 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,57 ± 0,04 <sup>aA</sup>
Dia 3	0,57 ± 0,05 <sup>aA</sup>	0,50 ± 0,01 <sup>aB</sup>	0,47 ± 0,02 <sup>aB</sup>	0,53 ± 0,03 <sup>aA</sup>	0,48 ± 0,03 <sup>aAB</sup>
Dia 5	0,53 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,44 ± 0,01 <sup>bB</sup>	0,39 ± 0,01 <sup>bC</sup>	0,41 ± 0,00 <sup>bB</sup>	0,43 ± 0,01 <sup>bB</sup>
Dia 7		0,42 ± 0,03 <sup>aB</sup>	0,38 ± 0,01 <sup>aC</sup>	0,38 ± 0,02 <sup>aB</sup>	0,41 ± 0,00 <sup>aB</sup>
<b>Firmeza (N)</b>					
Dia 0	13,88 ± 0,40 <sup>A</sup>				
Dia 1	14,31 ± 0,31 <sup>aA</sup>	13,31 ± 0,22 <sup>bA</sup>	13,28 ± 0,06 <sup>bA</sup>	13,76 ± 0,06 <sup>abA</sup>	13,90 ± 0,25 <sup>abA</sup>
Dia 3	12,79 ± 0,29 <sup>abA</sup>	13,67 ± 0,32 <sup>aA</sup>	12,50 ± 0,34 <sup>abA</sup>	13,46 ± 0,12 <sup>aA</sup>	11,95 ± 0,29 <sup>bAB</sup>
Dia 5	12,79 ± 0,29 <sup>abA</sup>	9,73 ± 0,61 <sup>abB</sup>	9,84 ± 0,47 <sup>abB</sup>	11,53 ± 0,64 <sup>bB</sup>	11,00 ± 0,12 <sup>bAB</sup>
Dia 7		3,16 ± 0,15 <sup>aC</sup>	8,19 ± 0,60 <sup>bB</sup>	9,75 ± 0,54 <sup>bB</sup>	8,78 ± 1,39 <sup>bB</sup>
<b>Podridão Fúngica (%)</b>					
Dia 1	0,00 ± 0,00 <sup>A</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>A</sup>			
Dia 3	57,54 ± 3,79 <sup>aB</sup>	24,56 ± 8,77 <sup>bB</sup>	3,51 ± 1,75 <sup>bA</sup>	9,69 <sup>c</sup> ± 2,07 <sup>bAB</sup>	4,17 ± 2,08 <sup>bA</sup>
Dia 5	63,16 ± 0,00 <sup>abB</sup>	87,72 ± 4,64 <sup>bC</sup>	19,30 ± 6,33 <sup>cB</sup>	33,77 ± 16,83 <sup>bcB</sup>	24,39 ± 5,97 <sup>bcB</sup>
Dia 7	100 ± 0,00 <sup>aC</sup>	96,49 ± 3,51 <sup>abC</sup>	94,74 ± 3,04 <sup>abC</sup>	80,78 ± 3,93 <sup>bC</sup>	81,31 ± 5,69 <sup>bC</sup>
<b>Perda de massa (%)</b>					
Dia 1	0 ± 0,00 <sup>A</sup>	0 ± 0,00 <sup>A</sup>			
Dia 3	1,9 ± 0,05 <sup>aB</sup>	1,87 ± 0,10 <sup>aB</sup>	1,71 ± 0,07 <sup>aB</sup>	1,98 ± 0,02 <sup>aB</sup>	1,88 ± 0,04 <sup>aB</sup>
Dia 5	4,00 ± 0,13 <sup>aC</sup>	3,97 ± 0,11 <sup>aC</sup>	3,93 ± 0,15 <sup>aC</sup>	4,23 ± 0,01 <sup>aC</sup>	4,12 ± 0,21 <sup>aC</sup>
Dia 7	6,04 ± 0,14 <sup>aD</sup>	6,14 ± 0,35 <sup>aD</sup>	5,28 ± 0,07 <sup>bD</sup>	5,66 ± 0,23 <sup>abD</sup>	5,78 ± 0,21 <sup>abD</sup>
<b>L*</b>					
Dia 0	28,99 ± 0,26 <sup>AB</sup>				
Dia 1	29,44 ± 0,06 <sup>aA</sup>	28,93 ± 0,20 <sup>aA</sup>	28,93 ± 0,20 <sup>aA</sup>	28,74 ± 0,06 <sup>aA</sup>	28,96 ± 0,19 <sup>aA</sup>
Dia 3	28,53 ± 0,20 <sup>aAB</sup>	28,73 ± 0,21 <sup>aAB</sup>	29,26 ± 0,34 <sup>aA</sup>	28,46 ± 0,56 <sup>aA</sup>	29,13 ± 0,57 <sup>aA</sup>
Dia 5	27,85 ± 0,62 <sup>aB</sup>	27,37 ± 0,13 <sup>aAB</sup>	27,95 ± 0,56 <sup>aA</sup>	27,77 ± 0,32 <sup>aA</sup>	27,12 ± 0,17 <sup>aB</sup>
Dia 7		26,99 ± 0,77 <sup>aB</sup>	29,16 ± 0,26 <sup>aA</sup>	29,11 ± 0,96 <sup>aA</sup>	28,86 ± 0,67 <sup>aA</sup>
<b>H*</b>					

Dia 0	22,91 ± 0,20 <sup>A</sup>				
Dia 1	23,64 ± 0,07 <sup>aA</sup>	23,46 ± 0,07 <sup>aA</sup>	23,84 ± 0,16 <sup>aA</sup>	23,35 ± 0,10 <sup>aA</sup>	23,71 ± 0,10 <sup>aA</sup>
Dia 3	22,79 ± 0,30 <sup>aA</sup>	22,53 ± 0,17 <sup>aB</sup>	22,15 ± 0,28 <sup>aB</sup>	22,50 ± 0,27 <sup>aA</sup>	21,86 ± 0,24 <sup>aAB</sup>
Dia 5	23,35 ± 0,55 <sup>aA</sup>	22,26 ± 0,16 <sup>abB</sup>	21,72 ± 0,26 <sup>abB</sup>	21,55 ± 0,35 <sup>bA</sup>	21,93 ± 0,41 <sup>abB</sup>
Dia 7		22,80 ± 0,40 <sup>aAB</sup>	21,80 ± 0,53 <sup>aB</sup>	21,65 ± 0,75 <sup>aA</sup>	22,70 ± 0,05 <sup>aAB</sup>

**C\***

Dia 0	30,06 ± 0,77 <sup>A</sup>				
Dia 1	28,42 ± 0,17 <sup>bAB</sup>	29,94 ± 0,41 <sup>aA</sup>	30,70 ± 0,53 <sup>aA</sup>	29,83 ± 0,20 <sup>abA</sup>	30,86 ± 0,05 <sup>aA</sup>
Dia 3	25,90 ± 0,46 <sup>aBC</sup>	25,03 ± 0,32 <sup>aB</sup>	25,79 ± 0,40 <sup>aB</sup>	26,32 ± 0,26 <sup>aB</sup>	25,96 ± 0,85 <sup>aB</sup>
Dia 5	23,50 ± 1,26 <sup>abC</sup>	22,82 ± 0,12 <sup>bBC</sup>	25,29 ± 0,59 <sup>abB</sup>	26,28 ± 0,18 <sup>aB</sup>	25,51 ± 0,24 <sup>abB</sup>
Dia 7		20,33 ± 1,55 <sup>aC</sup>	25,00 ± 0,41 <sup>bB</sup>	24,89 ± 0,76 <sup>bB</sup>	25,43 ± 0,40 <sup>bB</sup>

**Compostos fenólicos totais extraíveis (mg ácido gálico/100g frutos)**

Dia 0	202,40 ± 14,28 <sup>A</sup>				
Dia 1	150,48 ± 16,70 <sup>aA</sup>	145,53 ± 11,27 <sup>aA</sup>	183,13 ± 3,79 <sup>aA</sup>	156,27 ± 3,62 <sup>aA</sup>	158,76 ± 5,35 <sup>aA</sup>
Dia 3	175,70 ± 9,39 <sup>aA</sup>	156,92 ± 2,97 <sup>aA</sup>	177,90 ± 3,59 <sup>aA</sup>	158,65 ± 13,92 <sup>aA</sup>	174,60 ± 4,48 <sup>aA</sup>

**Antocianinas totais (mg de cianidina 3-glicosídeo/100 g de frutos)**

Dia 0	16,27 ± 0,11 <sup>A</sup>				
Dia 1	16,61 ± 0,24 <sup>A</sup>	18,25 ± 1,45 <sup>aA</sup>	19,25 ± 1,26 <sup>A</sup>	16,61 ± 0,31 <sup>aA</sup>	16,94 ± 0,30 <sup>aA</sup>
Dia 3	17,97 ± 0,83 <sup>aA</sup>	17,12 ± 0,34 <sup>aA</sup>	15,37 ± 1,35 <sup>aA</sup>	15,43 ± 0,97 <sup>aA</sup>	16,30 ± 0,3 <sup>aA</sup>

**Médias do teste de aceitabilidade**

Dia 1	5,13 ± 0,24 <sup>a</sup>	4,87 ± 0,23 <sup>a</sup>	4,83 ± 0,28 <sup>a</sup>	5,07 ± 0,25 <sup>a</sup>	5,16 ± 0,22 <sup>a</sup>
-------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

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