

Avaliação pós-colheita de maçãs cv. Fuji revestidas com solução filmogênica de quitosana¹

Leticia M. Flores Castañeda ², Renar João Bender ³, Sandra Jussara Nunes Silva ⁴, Claudio Pereira ⁵

Resumo - As coberturas podem ser empregadas em frutas e vegetais *in natura*, pois modificam a atmosfera ao redor desses evitando alterações físicas e químicas. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de solução filmogênica à base de quitosana na conservação em diferentes tempos e temperaturas de maçãs cv. Fuji. Além de avaliações de incidência de podridões e alterações qualitativas, a deposição na superfície foi visualizada em eletromicrografias de varredura (MEV). As maçãs foram recobertas com solução nas concentrações de 1 e 2%. Logo após o tratamento, as maçãs foram armazenadas a 0°C e 20°C por 5, 10 e 15 dias acrescidos de mais três dias para simulação de comercialização. O uso da solução filmogênica em maçãs armazenadas a 0°C manteve a qualidade das maçãs, independente da concentração. A solução de quitosana, nas duas concentrações testadas, foram efetivas na redução da perda de massa fresca e da incidência de podridões. As maçãs recobertas com solução a 2 % apresentaram melhor aparência provendo mais brilho no fruto e mantendo o teor de ácido ascórbico, a acidez titulável, a cor vermelha e teores de sólidos solúveis. A aplicação de quitosana formou uma camada protetora homogênea nas maçãs o que foi constatada através das eletromicrografias.

Palavras-chave: Filme de cobertura. Ação antifúngica. Eletromicrografias.

Postharvest evaluation of apples cv. Fuji coated with chitosan solution from filmogenic

Abstract - The covers can be used on fruits and vegetables *in natura*, because modifying the atmosphere around those avoiding physical and chemical changes. Thus, the present study aimed to evaluate the effect of filmogenic solution based on chitosan conservation at different times and temperatures of apples cv. Fuji. In addition to assessments rot incidence and qualitative changes the deposition surface was visualized in electron micrographs (SEM). The apples were coated with the solution in concentrations of 1 and 2%. Shortly after treatment, the apples were stored 0°C or 20°C for 5, 10 or 15 days plus two days to simulate commercialization. The use of filmogenic solution in apples stored at 0 °C maintained quality of apples regardless of concentration. Concentrations were effective in reducing weight loss and decay incidence. Apples coated with 2% solution showed better appearance providing more brightness in the fruit and maintaining ascorbic acid, acidity, the red color and soluble solids. The chitosan formed a protective layer homogeneous apples which was confirmed through electron micrographs.

Key words: Apple Antifungal. Properties. Eletromicrographs.

¹Manuscrito recebido em 29/10/2014 e aceito para publicação em 15/12/2014.

²Eng^a.Agr^a. Dr^a. Pesquisadora Tecnano, artigo referente a resultados de tese. Rua Dr. Murtinho, 979, 303. Porto Alegre. 91429-070. leticiamarisol@gmail.com

³Prof. Dr. Faculdade de Agronomia – Departamento de horticultura e silvicultura. UFRGS.

⁴Química Ph.D. Pesquisadora Tecnano.

⁵Médico. MSc. Tecnano.

Introdução

As perdas pós-colheita na produção e comercialização de frutas e hortaliças variam de 25 % a 40 % dependendo do produto e da tecnologia aplicada. Segundo Assis *et al.* (2009), essa situação é consequência de uma série de fatores conjugados, como a ausência de uma política específica no setor, a falta de conhecimento dos manipuladores e, igualmente, a deficiência na aplicação de tecnologias adequadas para o transporte e conservação da qualidade do alimento.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), frutas e verduras continuam a metabolizar suas próprias reservas depois da colheita. Assim sendo, na pós-colheita, dificilmente há melhoria da qualidade de um produto colhido; no máximo, é possível manter sua qualidade por algum período de tempo. Devemos considerar que a perda de qualidade de produtos perecíveis é cumulativa e, a cada incidente durante o manuseio após a colheita, haverá uma redução da qualidade para o consumidor final.

A utilização de temperaturas de refrigeração é a principal forma de conservação disponível para ampliar a vida pós-colheita de produtos hortícolas. A diminuição das temperaturas dos tecidos para abaixo da temperatura ambiente, auxilia na conservação dos tecidos, favorecendo uma redução da taxa do metabolismo primário e da atividade metabólica como um todo, havendo um retardamento na entrada da senescência.

A redução de atividade metabólica em tecidos vegetais pode ser viabilizada, em parte, por técnicas adicionais ao uso apenas do frio. Neste sentido, foram desenvolvidas a armazenagem em atmosfera controlada e em atmosfera modificada. Os estudos de viabilidade de modificação de atmosfera conduziram ao desenvolvimento de metodologias como uso de embalagens de polímeros diversos ou recobrimento individual de produtos. Estes revestimentos possuem como apelo uma menor permanência no meio ambiente, sendo facilmente deteriorados pela ação de microorganismos. Esta característica contribui para redução da produção de resíduos sólidos assim como o uso de defensivos agrícolas o que vem ao encontro da preocupação mundial em relação aos resíduos destes agroquímicos.

Os revestimentos com filmes biodegradáveis têm sido aplicados sobre a superfície de produtos frescos para estender a vida de prateleira mantendo sua integridade física, reduzindo a migração de umidade e dos gases entre o fruto e

o ambiente pela redução da respiração, da transpiração e da desidratação provocada pela perda de água.

A quitosana, um polissacarídeo obtido pela desacetilação parcial da quitina, vem sendo amplamente estudada e atualmente é empregada na área de processamento de alimentos como o tratamento de superfície de sementes para inibição de fungos, clarificação de vinhos, coberturas comestíveis protetoras para frutos. Na área da saúde, as formulações de quitosana têm sido recomendadas para o controle do colesterol e na preparação de lentes de contato, devido às suas propriedades funcionais.

A quitosana apresenta uma atividade antimicrobiana e, também, a capacidade de formar filmes semi-permeáveis, usados em cobertura de produtos frescos que podem resultar na modificação da atmosfera interna deste produto que foi revestido.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do uso de solução filmogênica à base de quitosana na conservação de maçãs da cv. Fuji mantidas em diferentes temperaturas e períodos de armazenamento. A deposição do filme de quitosana nas maçãs foi visualizada em eletromicrografias obtidas de microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Material e Métodos

Para conduzir os experimentos de cobertura com quitosana foram utilizadas maçãs da cultivar Fuji Standard, calibre 70, provenientes da safra 2011/2012. As maçãs foram obtidas de atacadista estabelecido na CEASA – Porto Alegre. No tempo de aplicação dos tratamentos os frutos estavam com cinco meses de armazenamento refrigerado a 0°C. As maçãs foram ainda selecionadas manualmente no laboratório de Pós – Colheita da Faculdade de Agronomia – UFRGS. Neste momento foram descartados os frutos que apresentavam injúrias, deformações, podridões e marcas de danos por insetos.

A quitosana foi preparada a partir da síntese da quitina por hidrólise alcalina de quitina com solução de NaOH 1 M 50% (p/v), segundo o método descrito por Yao *et al.* (1994) com modificações. Neste procedimento obteve-se uma desacetilação de 64% e para a solução filmogênica de quitosana a 1% (m/v) utilizou-se 1 g de quitosana em 5% (m/v) de ácido acético. Esta solução foi completada para 100 mL com água destilada em balão volumétrico e feita a diluição com água em proporções de volumes

iguais de quitosana e água (1:1). A solução filmogênica de quitosana a 2% (m/v) foi preparada do mesmo modo, mas com uma diluição de 1:3.

O revestimento das maçãs com os filmes de quitosana foi feito por imersão e as maçãs permaneceram submersas na solução por 1 minuto. Em seguida foram drenadas e secas à temperatura ambiente. Após este período as maçãs foram acondicionadas em bandejas plásticas mantidas em condições controladas de temperatura e umidade relativa.

Foram realizados dois ensaios independentes, sendo um onde as maçãs tratadas foram mantidas em condição de armazenamento refrigerado em temperatura 0°C e UR 80 ± 5%. No segundo ensaio, as maçãs foram mantidas em temperatura ambiente de 20°C em unidade de demanda bioquímica de oxigênio (BOD). Em ambos os ensaios as maçãs foram avaliadas na instalação do experimento e após 5, 10 ou 15 dias de armazenamento seguidos de mais três dias de simulação da comercialização.

As avaliações realizadas foram com de cobertura determinada através do aparelho medidor de cores da marca Konica/Minolta, modelo CR400. A firmeza de polpa, expressa em Newton (N), determinada com uso de penetrômetro digital de bancada, sendo feitas duas leituras da região equatorial.

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por refratometria com um refratômetro de mesa (ABBE – 2WAJ), sendo a leitura corrigida para 20°C (AOAC, 2002). A acidez titulável foi determinada por titulometria de neutralização pela titulação de 6 gramas de polpa com NaOH 0,1 M até pH 8,1, obtida através de uma mixer. Os resultados são expressos em percentual de ácido málico (AOAC, 2002). A polpa foi obtida através da centrifugação dos frutos.

A perda de massa fresca, expressa em percentual em relação à massa fresca inicial, foi determinada a partir das diferenças de massas determinadas na instalação do experimento e ao final de cada período de armazenagem.

Além da determinação de variáveis qualitativas determinou-se também a ocorrência de podridões por análise visual e expressa em percentagem de maçãs em cada unidade experimental com sinais de agente causal de podridão em cada período de armazenagem.

A determinação de ácido L-ascórbico foi realizada no Laboratório de Cromatografia de

Alimentos (DCTA/UFPEL–Campus Universitário, Pelotas-RS).

Os teores de ácido L-ascórbico foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em equipamento Shimadzu. Para identificação e quantificação de teores de vitamina C utilizou-se a curva padrão externa preparada com ácido L-ascórbico. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ (ou 100 mL⁻¹) de suco.

Na preparação das amostras para a microscopia eletrônica seguiu-se a metodologia descrita por Castro *et al.* (2002): amostras de casca foram fixadas em lâminas histológicas de vidro, na sequência, foram dispostas em placas de Petri de vidro e colocadas em dessecador e mantidas em temperatura ambiente por, no mínimo, de uma semana. Após, foram retirados fragmentos de 1,0 x 1,0 mm e fixadas em suportes (*stub*) de alumínio com fita adesiva preta dupla face; posteriormente, foram recobertos com uma camada de 15 nm de ouro em metalizador Balzer para visualização em microscópio eletrônico de varredura JEOLJSM-6060, sob 10 kV.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado com esquema fatorial de 3 x 2 x 2 (3 períodos de armazenamento, 2 temperaturas de armazenagem e 2 concentrações de quitosana) e 15 maçãs como unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Diferenças Mínimas Significativas ($p \leq 0,05$) em programa SAS versão 8.0.

Resultados e Discussão

Comparando as maçãs dos tratamentos de coberturas com quitosana a 1 % e 2 % (m/v) com as maçãs do tratamento testemunha em ambas as temperaturas de armazenagem (0°C e 20°C) é possível observar que, nas maçãs armazenadas a 0°C, o valor de L* foi maior quando houve revestimento com solução filmogênica à base de quitosana na concentração de 1% (Tabela 1). Maçãs mantidas a 20°C o valor de L* mais elevado foi para as maçãs cobertas com solução a base de quitosana a 2% (m/v).

Segundo Assis *et al.* (2009), independente da espessura e da composição do filme protetor, a aplicação de filmes resulta em mudanças na coloração tanto na casca do fruto como na superfície cortada. Esta observação se deve provavelmente ao aumento de reflexão da luz

incidente o que pode ser comparado ao brilho das frutas, neste caso, proporcionado pelas soluções de quitosana. Jorge *et al.* (2011), trabalhando com maçãs cv. Royal Gala recobertas e não recobertas com quitosana, identificaram um aumento no valor de L^* nas maçãs tratadas, sendo isto também observado no presente trabalho. Hernandez-Muñoz *et al.* (2008), relatam diminuições no valor de L^* de amostras não cobertas e cobertas com quitosana e cálcio durante uma semana de armazenamento a 10°C.

As mudanças nas propriedades de reflexão de um feixe de luz incidente da superfície de um fruto com cobertura podem provocar essa diminuição na luminosidade.

Na avaliação da interação da temperatura *versus* cobertura com quitosana observa-se que o valor de a^* foi maior para as maçãs armazenadas a 0°C do tratamento testemunha e das maçãs recobertas com solução filmogênica à base de quitosana 2% (Tabela 1). No presente trabalho foi possível observar que, com o avanço do período de armazenamento das maçãs a 20°C ocorreu uma redução gradual na firmeza da polpa destas maçãs no tratamento de quitosana a 2% em comparação aos demais tratamentos (Figura 1).

A perda de firmeza de polpa é uma tendência natural dos tecidos com o avanço da maturação. Durante a maturação, ocorre a conversão das pectinas insolúveis em pectinas solúveis, resultando na perda de estrutura e diminuindo a resistência dos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Cerqueira *et al.* (2011), observaram que, em goiabas, o tratamento com 6% de quitosana interferiu na perda normal de firmeza, provavelmente, devido à excessiva restrição às trocas gasosas entre os tecidos das goiabas e a atmosfera externa. Silva (2004) argumenta que o amadurecimento é marcado por modificações na textura associadas ao metabolismo de carboidratos da parede celular, que culminam com a redução da firmeza dos frutos.

Outra característica que influencia a firmeza do fruto é a força de coesão da parede celular, o contato célula-célula e o turgor celular.

Os sólidos solúveis são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade gustativa das frutas (KLUGE, 2002). Fazem parte deste conjunto de moléculas, os açúcares propriamente ditos como a glicose, a frutose e a sacarose. Esses açúcares estão presentes em maior concentração. Pode-se observar que houve pequena perda no teor de sólidos solúveis a partir

dos 10 dias nas maçãs do tratamento testemunha, mas seguindo sem alteração até o final do armazenamento (Tabela 2). Esse fato coincide com dados obtidos por Jorge *et al.*, (2011), onde os autores trabalharam com maçãs cv. Royal Gala revestidas com quitosana e mantidas em temperatura ambiente por 46 dias. Este resultado evidencia que o teor de sólidos solúveis na maior concentração de quitosana, se manteve mais alto ao longo do período de armazenamento do que nos demais tratamentos.

Nas maçãs revestidas com solução filmogênica à base de quitosana a 1% observou-se um aumento no teor de sólidos solúveis aos 10 dias, vindo a apresentar uma queda ao fim do armazenamento. Nos frutos revestidos com solução à base de quitosana a 2%, aos 10 dias, constatou-se uma queda no teor de sólidos solúveis, finalizando o período de armazenamento com um aumento neste teor (Tabela 2).

Segundo Gonçalves *et al.* (2000), em atmosfera refrigerada, peras da cv. Nijisseiki apresentaram maior concentração de sólidos solúveis totais devido à desidratação dos frutos, ocorrendo, conseqüentemente, maior concentração de açúcares e ácidos, o que pode, em parte, explicar o aumento no teor de sólidos solúveis nas maçãs do tratamento quitosana 2% aos 15 dias de armazenamento.

As maçãs do tratamento testemunha e as maçãs recobertas com solução filmogênica à base de quitosana 2%, nesse presente ensaio apresentaram redução gradual dos teores de acidez após 15 dias de armazenamento. Por outro lado as maçãs recobertas com solução filmogênica à base de quitosana 1% apresentaram um aumento no teor de acidez a partir dos 10 dias até o final do período de armazenamento. Este aumento da acidez, no período final de armazenamento (Tabela 2), pode ser consequência da redução da atividade respiratória, pois os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para obtenção de energia pela célula (BRACKMANN *et al.*, 2001).

A redução da acidez titulável é explicada pelo consumo dos ácidos orgânicos como substrato para o metabolismo respiratório (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Ferri *et al.* (2007) concluíram nesta mesma linha de raciocínio, uma vez que verificaram redução da acidez total titulável em maçãs cvs. Catarina e Fuji imersas em diferentes concentrações de solução de resveratrol e mantidas em temperatura ambiente durante 30 dias.

Vários autores também relatam uma redução da acidez total titulável de maçãs no período pós-colheita. Resultados com a cv. Royal Gala (CORRENT *et al.*, 2004), com a cv. Fuji (GOMÉZ, 2005) e com maçãs da cv. Gala (BRACKMANN *et al.*, 2009) quando as maçãs foram transferidas para a condição ambiente, após serem estocadas sob atmosfera controlada.

Neste experimento, foi possível observar que as maçãs do tratamento testemunha mantiveram os teores de ácido L-ascórbico até os 10 dias de armazenamento sofrendo uma queda ao fim do período de armazenamento. As maçãs revestidas com solução filmogênica à base de quitosana a 2% apresentaram comportamento semelhante ao encontrado por Atarassi *et al.* (2006) onde houve uma diminuição dos teores de ácido ascórbico em tangerinas cv. Ponkan revestidas com ceras e mantidas em temperatura ambiente durante 14 dias.

Nas maçãs revestidas com solução filmogênica à base de quitosana 1% observou-se um acréscimo nos teores de ácido L-ascórbico aos 10 dias para logo após apresentar uma queda (Tabela 2).

Dang *et al.* (2010) verificaram que o teor de ácido ascórbico em cerejas revestidas com quitosana foi maior do que em cerejas do tratamento controle. Segundo os autores, a redução da perda de ácido ascórbico em cerejas revestidas pode ser devido à permeabilidade do revestimento de quitosana que reduziu a atividade das enzimas e impediu a oxidação do ácido ascórbico. No presente trabalho é possível observar uma maior perda de massa fresca nas maçãs do tratamento testemunha.

As maçãs dos tratamentos com solução filmogênica à base de quitosana não apresentaram diferença significativa de perda de massa fresca, cujo recobrimento atenuou esta perda. Se compararmos as temperaturas de armazenamento utilizadas neste experimento, as maiores perdas ocorreram nas maçãs do tratamento testemunha, quando as maçãs foram armazenadas na temperatura de 20°C (Figura 2).

Isto evidencia, claramente, o efeito da temperatura de armazenamento na perda de massa. Nas maçãs que receberam revestimento não foi observado o efeito da temperatura, justificando mais uma vez a eficiência do uso da solução de quitosana na redução da perda de massa fresca, independente da temperatura de armazenamento utilizada. Isso demonstra, também, o efeito benéfico que ocorre na formação de uma película sobre a superfície das

maçãs evitando sua desidratação o que já foi observado por Zhu *et al.* (2008).

Segundo González-Aguilar *et al.* (2009), os revestimentos de quitosana formam uma barreira sobre a superfície do fruto que, em conjunto com a embalagem, diminui a perda de massa fresca das frutas. Ocorreu uma maior incidência de podridão nas maçãs armazenadas na temperatura mais alta. Com relação às maçãs tratadas, as frutas do tratamento testemunha na temperatura de 0°C apresentaram maior incidência de podridões em comparação as maçãs que receberam recobrimento (Figura 3).

Este resultado não se repetiu na temperatura de 20°C. Bautista-Baños *et al.* (2003), observaram que filmes de quitosana apresentam uma ação antifúngica e antibacteriana. Da mesma forma Camili *et al.* (2007), constataram que o uso de filmes de quitosana no revestimento de uvas cv. Itália suprimiu o crescimento do agente patogênico causador do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) reduzindo a incidência de podridão. O interesse sobre ceras que revestem os frutos tem aumentado por constituírem-se em um mecanismo importante no processo de frigoconservação (CASTRO *et al.*, 2002).

Com o uso de microscopia eletrônica por varredura foi possível observar a presença de rachaduras ou fissuras na superfície das maçãs do tratamento testemunha (Figura 4A). Estas fissuras, que ocorrem na cutícula de maçãs do tratamento testemunha, são resultado de um desbalanço entre a produção de ceras e crescimento em tamanho dos frutos.

Esta situação, segundo Roy *et al.* (1994), pode resultar na formação de uma rede interconectada de canais na superfície dos frutos. Os mesmos autores, em estudos com maçãs, observaram que em frutos colhidos antes do pico climatérico as rachaduras se tornavam mais largas e profundas durante uma estocagem prolongada. Estudos em mais de uma espécie frutífera indicam que ocorre modificação nas rachaduras da cutícula em função das condições de armazenamento.

Montero (2010) constatou, em estudos de efeitos de tratamentos térmicos e da escovação nas superfícies de maçãs e de tangerinas, que as rachaduras apareceram mais e com maior clareza nas amostras de frutos armazenados em relação aos frutos recém colhidos.

As maçãs revestidas com solução filmogênica a base de quitosana tanto a 1% como a 2% armazenadas em câmara fria a 0°C apresentaram uma deposição da solução de forma mais homogênea e uniforme (Figura 4B e C). Estes

resultados foram também observados por Castañeda (2007) em laranjas cv. Navelina cobertas com cera à base de carnaúba e resinas vegetais e adicionadas de fungicida. A autora observou que as laranjas apresentaram boa qualidade visual até os 80 dias de armazenamento refrigerado em temperatura a 2 °C.

Conclusões

A aplicação pós-colheita de quitosana na forma de coberturas em maçãs cv. Fuji, preservou a qualidade visual das maçãs durante o armazenamento refrigerado. O emprego do revestimento de quitosana com solução filmogênica a 1 ou 2% foi efetivo na redução da perda de massa fresca e da incidência de podridões.

Quando utilizada na concentração de 2% a quitosana melhorou a aparência provendo mais brilho nas maçãs e manteve o teor de ácido ascórbico, a acidez titulável, a cor vermelha e o teor de sólidos solúveis. A aplicação de quitosana, em qualquer concentração, formou uma camada protetora homogênea nas maçãs o que foi constatada por eletromicrografias de varredura.

A temperatura de 0°C utilizada durante o período de armazenamento refrigerado das maçãs cv. Fuji preservou a firmeza da polpa, manteve mais alto o teor de acidez titulável e diminuiu a perda de massa fresca com manutenção da qualidade da fruta.

Referências

AOAC INTERNACIONAL. Official methods of analysis of AOAC Internacional Washington, 2002

ASSIS, O.B.G.; BRITTO, D.; FORATO, L.A. 2009. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p.

ATARASSI, M. E.; MOSCA, M.; FERREIRA, M. D. Efeito da aplicação de cera na qualidade da tangerina 'Ponkan'. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 6., 2006, Paraíba, PI. **Anais...** Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2006. p. 2884-2886.

Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 20, ns.1/2, p. 104-112, 2014.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; GARCIA – DOMINGUEZ, E.; BARRERA – NECHA, L.L.; REYES – CHILPA, R.; WILSON, C.L. Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamuchil (*Pithecellobium dulce*) action against *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifer* of strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 29, p. 81-93, 2003.

BRACKMANN, A.; MELLO, A. M.; FREITAS, S. T.; VIZZOTTO, M.; STÉFFENS, C. A. Armazenamento de maçãs 'Royal Gala' sob diferentes temperaturas e pressões parciais de oxigênio e gás carbônico. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 532-536, 2001.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; SESTARI, I.; PETERLE, M. E.; BOTH, V.; PAVANELLO, E. P.; PINTO, J. A. V. Manejo do etileno e sua relação com a maturação de maçãs 'Gala' armazenadas em atmosfera controlada. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 519-525, 2009.

CASTAÑEDA, L.M.F. Qualidade físico-química e sensorial em pós-colheita de morangos sob armazenamento refrigerado e de laranjas em atmosfera modificada. 2007. 90f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Fruticultura de Clima temperado)**. Faculdade Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas (UFPEl), 2007.

CASTRO, L. A. S. de; SANHUEZA, R. M. V.; CANTILLANO, R. F. F.; ROCHA, N. E. M. Metodologia para observação da camada de cera em maçãs, utilizando microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3. p. 774-775, 2002.

CAMILI, E. C. *et al.*. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Ítália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 215-221, 2007.

CERQUEIRA, T.S. *et al.*, Recobrimento com filmes protéicos e de quitosana. **Bragantia**. Campinas. V. 70, n 1, p. 216 – 221. 2011.

- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: 2ª ed., Lavras: UFLA. 2005.
- CORRENT, A. R. *el al* Efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de maçãs “Royal Gala” em ar refrigerado e atmosfera controlada. **Revista brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 217-221, 2004.
- DANG, Q.F. et al. 2010. Chitosan acetate as an active coating material and its affects on the storing of *Prunus avium* L. **Journal of Food Science**, 75, 5125 – 5137.
- FERRI, V.C.; RISTOW, N.C.; SILVA, P.R.; PEGORADO, C.; FERRAREZE, J.P. Uso do composto fenólico natural de resveratrol para a manutenção da qualidade em pós-colheita de maçã “Catarina” e “Fuji” mantidas em temperaturas ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1.; 2007, Porto Alegre, RS. **Anais...v.2**, p. 698 – 702.
- GOMÉZ, A. C. S. Influência das condições de conservação sobre a qualidade póscolheita de diferentes cultivares de maçã. 2005. 79 f. **Dissertação (Mestrado em Qualidade de Alimentos)** - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- GONÇALVES, E. D.; ANTUNES, P. L.; BRACKMANN, A. Armazenamento de pêra ‘Nijisseiki’ em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 226-231, 2000.
- GONZALEZ-AGUIAR, G ET AL. Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya “Marado”. **Journal of Science Agriculture**, Sonora, v. 89, p. 15-23, 2003.
- HERNANDEZ-MUNÓZ, P.; ALMEMAR, E.; DEL-VALLE, V.; VELEZ, D.; GAVARA, R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria xananassa*) quality during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 110, p.428-435, 2008.
- JORGE, P.C.S.; NUCCI, M.; JANZANTTI, N.S.; RIZZO, J. S.; ASSIS, O. B. G.; MONTEIRO, M. Maçã “Royal Gala” revestida com quitosana estocada à temperatura ambiente. **B. CEPPA**. Curitiba, v. 29, n. 2, p. 253 – 264, jul./dez. 2011.
- KLUGE, R.A. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. **Cap. 8: Tratamentos complementares ao armazenamento refrigerado**. Campinas: Emopi, 2002. 214 p.
- MONTERO, C.S. Alterações na cutícula de maçãs 'Fuji' e 'Gala' em função do tratamento térmico e da armazenagem refrigerada. *Acta Science Agronomy* vol. 32. n. 3 Maringá July/Sept. 2010.
- ROY, S.; CONWAY, W. S.; WATADA, A. E.; SAMS, C. E.; ERVE, E. F.; WERGIN, W. P. Heat treatment affects epicuticular wax structure and postharvest calcium uptake in 'Golden Delicious' apples. **Hortscience**, v. 29, n. 9, p. 1056-1058, 1994.
- SILVA, H. R. F. Relação entre a atividade da enzima poligalacturonase e o amadurecimento de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). In: **Reunião de pesquisa do frutimamão 2**. Campos dos Goytacazes: UNEF, 2004, p.331-338.
- YAO, K.; PENG, T.; FENG, B.H.; HE, Y.Y. Swelling kinetics and release characteristic of crosslinked chitosan: polyether polymer network (semi-IPN) hydrogels. **Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry**. Tianjin, China, v. 32, p. 1213 – 1233. 1994.
- ZHU, X. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. cv. Tainong) fruits. **Journal of Food Processing and preservation**, Westport, v. 32, n.5, p. 770 – 784. 2008.

Tabela 1 - Valores de L* e a* obtidos em aparelho medidor de cores Konica/Minolta modelo CR 400 de maçãs cv. Fuji armazenadas a 0°C a 20°C revestidas e não revestidas com solução filmogênica à base de quitosana 1% e 2%. Porto Alegre, 2012.

Tratamentos	Temperatura de armazenamento			
	L*		a*	
	0°	20°	0°	20°
Testemunha	52,61Ab	45,54Bb	17,06Aa	17,10Aa
Solução 1%	58,16Aa	42,58Bb	8,31Bb	17,04Aa
Solução 2%	45,33Bc	55,70Aa	14,72Aa	12,93Aa

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05)

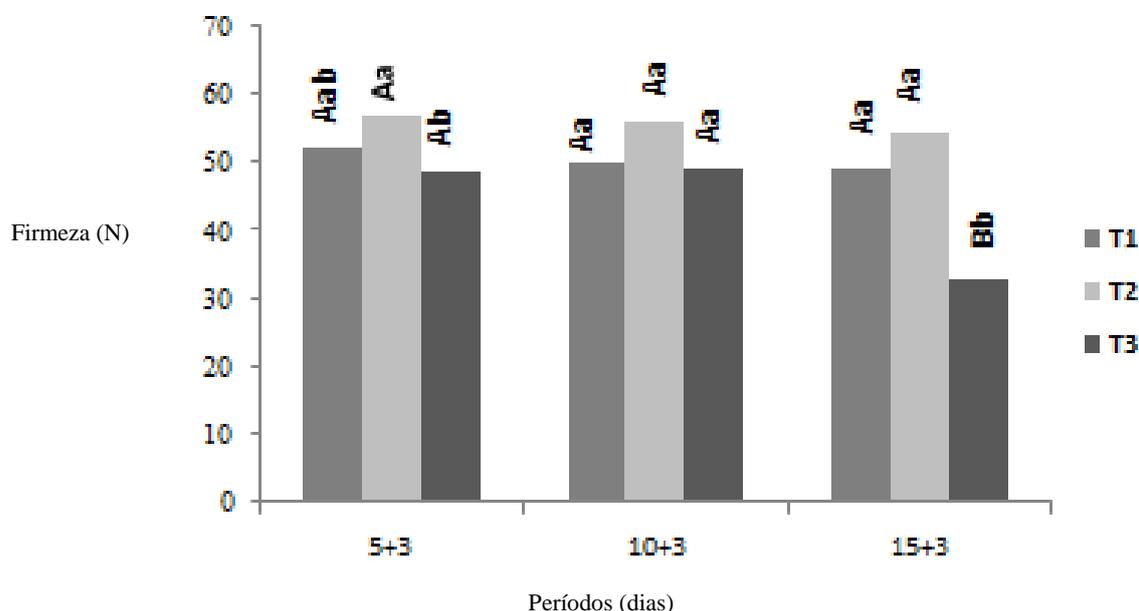


Figura 1 - Firmeza de polpa (N) de maçãs cv. Fuji onde, T1: testemunha; T2: frutos revestidos com solução quitosana 1% e T3: frutos revestidos com solução quitosana 2% e armazenadas por 5, 10 e 15 dias. Porto Alegre, 2012.

Tabela 2 - Acidez total titulável (% de ácido málico), sólidos solúveis totais (°Brix) e vitamina C (mg/100 gr massa fresca) de maçãs cv. Fuji, revestidas em solução filmogênica à base de quitosana 1% e 2% armazenadas por 5, 10 e 15 dias. Porto Alegre, 2012.

Tratamento	Período de armazenamento								
	ATT			SST			Ácido ascórbico		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Testemunha	0,15Ab	0,12Bb	0,11Bb	15,07Aa	14,28Bb	14,41Bb	0,05Ab	0,05Ab	0,03Ba
Solução 1%	0,19Aa	0,14Aa	0,20Aa	14,18Bb	14,92Aa	14,05Bb	0,02Cc	0,05Ab	0,04Ba
Solução 2%	0,19Aa	0,09Bc	0,09Bc	15,03Aa	14,24Bb	15,07Aa	0,06Aa	0,06Aa	0,04Ba

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de tukey (p≤0,05).

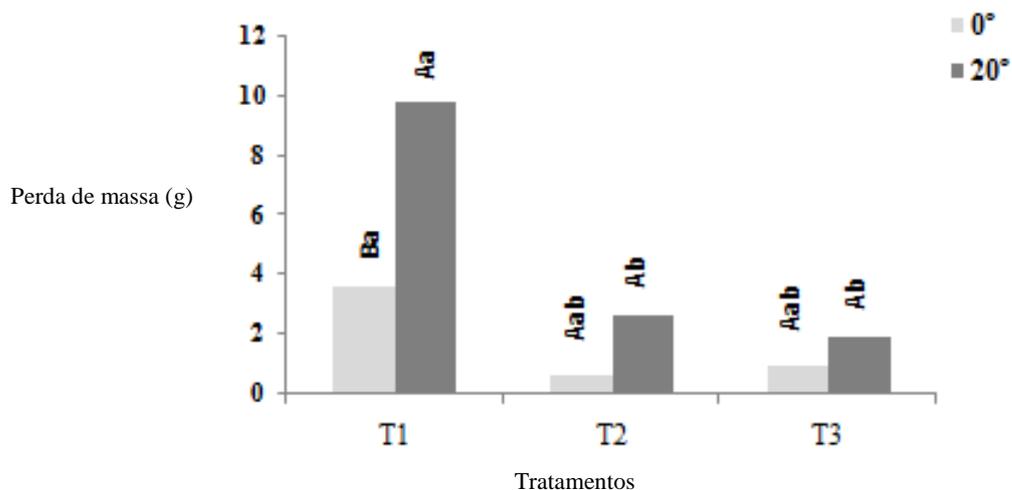


Figura 2 - Perda de massa (%) de maçãs cv. Fuji onde, T1: testemunha; T2: frutos revestidos com solução quitosana 1% e T3: frutos revestidos com solução quitosana 2% e armazenadas sob diferentes temperaturas. Porto Alegre, 2012.

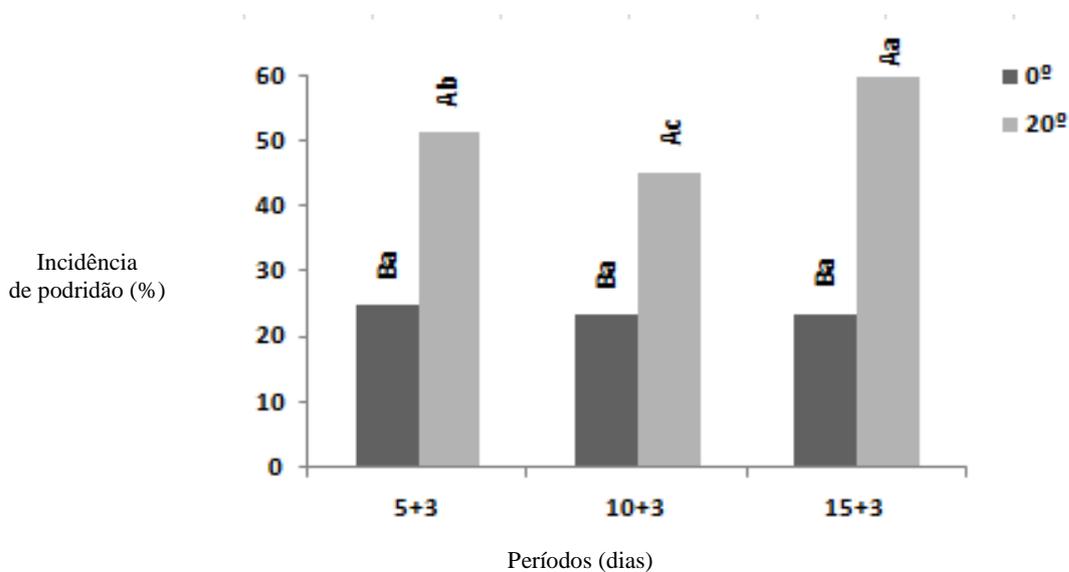


Figura 3 - Percentual de incidência de podridões (%) em maçãs cv. Fuji, armazenadas por 5, 10 e 15 dias. Porto Alegre, 2012.

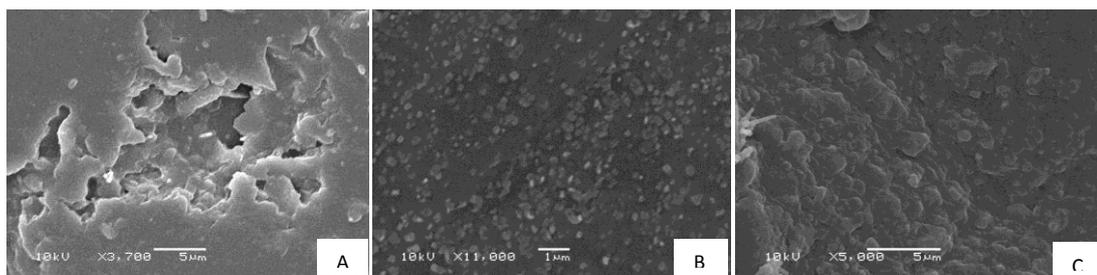


Figura 4 - Eletromicrografias de varredura da camada natural que recobre a superfície das Maçãs cv. Fuji, aos 15 dias, armazenadas a 0°C tratamento testemunha (A), solução 1% (B) e solução 2% (C). PortoAlegre, 2012.