

# EFEITO DA COBERTURA DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MORANGO

MARIANA FERREIRA OLIVEIRA PRATES\*  
DIEGO PALMIRO RAMIREZ ASCHERI\*\*

---

No presente trabalho estudou-se o efeito de diferentes formulações de coberturas comestíveis de amido de fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill.) e sorbitol e do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de frutos de morango cultivar 'Oso Grande' sob refrigeração. Os frutos foram submetidos a 4 tratamentos, sendo um de frutos sem cobertura e 3 de frutos imersos em soluções filmogênicas com 2% de amido e variações na concentração de sorbitol de 0,1; 0,2 e 0,3%. Os morangos foram acondicionados e armazenados a 10°C por 10 dias, sendo avaliados a cada 2 dias a perda de massa, a relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável e o pH dos frutos. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com esquema de parcelas subdivididas. Para a descrição das variáveis em função do período de armazenamento foram efetuadas análises de regressão polinomial até o segundo grau, sendo os modelos selecionados conforme a significância do teste F e o erro padrão da estimativa para cada modelo. As coberturas não foram efetivas no controle das transformações físico-químicas da maturação dos frutos de morango, não sendo verificada diferença significativa entre os frutos revestidos ou não com as diferentes coberturas. Todas as características estudadas variaram significativamente ( $p \leq 0,01$ ) em função do tempo de armazenamento, sendo a perda de massa e a relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez titulável descritas por modelos de segundo grau e o pH por modelo de primeiro grau.

**PALAVRAS-CHAVE:** FILMES COMESTÍVEIS; *Solanum lycocarpum*; MORANGOS.

---

\* Mestranda em Engenharia Agrícola, Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas (UnUCET), Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO (e-mail: fo.mariana@gmail.com).

\*\* Doutor em Engenharia de Alimentos, Docente, Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, UnUCET/UEG, Anápolis, GO (e-mail: ascheridpr@gmail.com).

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como grande produtor de vegetais, devido às condições de clima e extensão territorial. Porém, as perdas pós-colheita diminuem sua competitividade no mercado mundial.

Dentre as principais causas das perdas estão a curta vida útil de frutas e hortaliças e os danos mecânicos sofridos durante a produção e comercialização. A redução das perdas pós-colheita pode significar maior disponibilidade de alimentos com custos mais baixos, pois qualquer perda após a colheita resulta em acréscimo no custo da comercialização (YAMASHITA, 2004).

A respiração, um dos principais processos fisiológicos pós-colheita, ocorre devido às reservas acumuladas pelo fruto que não depende mais da absorção de água e nutrientes realizada pelas raízes e da atividade fotossintética das folhas da planta-mãe. Durante o processo respiratório há decomposição oxidativa de substâncias como amido, açúcares e ácidos orgânicos em moléculas simples,  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , com produção de energia (KLUGE *et al.*, 2002). A taxa respiratória constitui fator determinante na senescência de frutos, sendo influenciada pelas condições de temperatura (DO CARMO, 2004).

O uso de coberturas comestíveis elaboradas a partir de polímeros naturais e biodegradáveis torna-se alternativa eficiente para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos. Elas podem atuar favorecendo o domínio dos processos respiratórios, oxidativos e de desidratação que levam à perda de qualidade dos produtos, controlando sua textura, volume, aroma e umidade (GONTARD e GUILBERT, 1996). As coberturas comestíveis tem sido usadas como modificadores de atmosfera de custo reduzido.

A obtenção de coberturas biodegradáveis está baseada na solubilização de biopolímeros em solvente, geralmente água, e no acréscimo de plastificantes para a formação de solução filmogênica. As soluções filmogênicas podem ser aplicadas diretamente sobre a superfície dos produtos, formando as coberturas comestíveis (GONTARD GUILBERT e CUQ, 1992).

Dentre os materiais pesquisados para a produção de plásticos biodegradáveis, o amido se apresenta como promissor em razão de ser abundante na natureza, renovável, de baixo custo de produção e capaz de formar matriz contínua (GONTARD e GUILBERT, 1996). A aplicação de cobertura de amido na superfície de frutos funciona como barreira à perda de água e à liberação de  $\text{CO}_2$  pelo aumento da espessura da cutícula (OLIVEIRA, 2000). As coberturas elaboradas a partir de polissacarídeos constituem boas barreiras a gases, contribuindo para o controle do processo respiratório, porém são sensíveis à umidade e apresentam alta permeabilidade ao vapor de água (GALLO *et al.*, 2000).

Algumas espécies do cerrado brasileiro têm sido pesquisadas por apresentarem características específicas, devido às suas adaptações ao tipo de clima e solo e serem fontes de amido (FREITAS, RODRIGUES e ASCHERI, 2007). A espécie *Solanum lycocarpum*, conhecida como lobeira ou fruta-de-lobo, é uma planta de porte arbustivo e muito ramosa (CORRÊA, 1984). Tem capacidade para de se desenvolver em climas desfavoráveis, resistindo a períodos de seca prolongados (CAMPOS, 1994). Os frutos jovens apresentam cor verde e polpa firme, que se torna amarela e macia quando maduros (SILVA *et al.*, 1994).

Diversas fontes de amido são utilizadas na elaboração de coberturas comestíveis. A fruta-de-lobo constitui fonte interessante por não ser utilizada comumente na alimentação humana, pelo potencial quanto ao seu teor de amido e por estar disponível na natureza. Assim, torna-se interessante o estudo desse material como matéria-prima para a elaboração de embalagens biodegradáveis.

Apesar de utilizados para melhorar as características dos filmes biodegradáveis, a presença de plastificantes nas coberturas comestíveis compromete sua barreira à umidade (SOBRAL *et al.*, 2001). Assim, quando a cobertura é destinada à conservação de frutas frescas, o aumento na concentração de plastificante pode reduzir a barreira à perda de umidade por transpiração. O sorbitol constitui plastificante muito utilizado em combinação com coberturas à base de amido (SHIMAZU, MALI e GROSSMANN., 2007).

A cultura do morangueiro desenvolve-se rápido em várias partes do Brasil, devido principalmente à fácil adaptação ao cultivo e clima (RAMANA SOBRINHO *et al.*, 1991). O fruto assume grande importância para as regiões que o cultivam, pois gera sustento para as famílias dos produtores e de seus empregados (MORAES, 2005).

Durante o período de amadurecimento do morango ocorrem diversas transformações físico-químicas, caracterizadas por alterações fisiológicas e bioquímicas como: mudança de cor, melhoria da aparência, redução da firmeza de polpa, perda de peso, aumento dos teores de sólidos solúveis

totais e diminuição do teor de acidez total titulável. Tais indicadores servem como parâmetro de qualidade dos frutos (FERREIRA *et al.*, 2004). Devido à sua alta perecibilidade, a comercialização e a disponibilidade de morangos são restritas. A rápida deterioração dos frutos e as doenças pós-colheita acarretam perdas consideráveis, qualitativas e econômicas. Dessa forma, tecnologias estão sendo estudadas com o objetivo de prolongar a sua vida útil (FLORES-CANTILLANO, 2003).

Como os frutos de morango são consumidos preferencialmente “in natura” torna-se interessante a utilização de material biodegradável e comestível para aumentar seu período de comercialização, sem que sejam alterados o sabor, a cor e o aroma dos frutos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do uso de coberturas de amido de fruta-de-lobo com diferentes concentrações de sorbitol e do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de frutos de morango cultivar ‘Oso Grande’ durante armazenamento refrigerado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de julho a setembro de 2009, nos Laboratórios de Química e de Secagem e Armazenagem de Produtos Vegetais da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Goiás (UEG), localizada em Anápolis (Goiás). A determinação da viscosidade da pasta de amido foi realizada no Laboratório de Reologia da Embrapa Agroindústria de Alimentos (EMBRAPA/RJ).

Os frutos de fruta-de-lobo foram colhidos no início do estágio de maturação no perímetro rural do município de São Miguel do Passa Quatro (Goiás). Selecionaram-se os frutos com ausência de partes danificadas ou podres, que foram embalados em sacos de juta e transportados para o Laboratório de Química da UEG para a extração do amido.

Depois de lavados com água corrente, descascados com faca de aço inoxidável, picados e imersos por 10 min em solução de metabisulfito de sódio a 0,05% para prevenir o escurecimento do amido, os frutos foram moídos em moinho de facas tipo “CROTON”, modelo MA580 (MARCONI, Piracicaba, Brasil) com malha de 2,0 mm e água abundante. O amido contido na polpa foi extraído por peneiragens sucessivas, usando-se peneiras de malhas finas com diâmetros entre 0,5 e 0,037 mm.

O amido extraído foi lavado com álcool etílico absoluto para remoção de substâncias gordurosas, filtrado à vácuo e seco em estufa de circulação de ar a 45°C até massa constante. Após resfriado em dessecadores até temperatura ambiente, o amido foi acondicionado em frascos para posterior utilização.

Frutos de morango cultivar ‘Oso grande’, em estágio de maturação e recém colhidos, foram obtidos diretamente de produtor da região de Brasília (Distrito Federal). Foram utilizados lotes homogêneos de morangos sem defeitos ou danos. Os frutos foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos, lavados em água corrente e sanitizados com solução refrigerada de hipoclorito de sódio a 200 mg L<sup>-1</sup> por 15 minutos e secos sob condições ambiente.

Os morangos sanitizados foram divididos em quatro grupos, sendo um composto por frutos sem cobertura. Nos demais, os frutos foram cobertos com soluções filmogênicas com 2% de amido e diferentes concentrações de sorbitol (0,1; 0,2 e 0,3%). Essas foram preparadas por aquecimento com agitação, visando a gelatinização do amido e permaneceram em repouso até atingirem uma temperatura próxima à do ambiente (25°C). Os morangos foram imersos nas soluções filmogênicas por cinco minutos, suspensos e acomodados em bandejas de poliestireno expandido, deixando-se a cobertura secar sob condições ambiente. A parcela experimental foi composta por 5 frutos.

As bandejas contendo os frutos com as coberturas fixadas e secas foram armazenados por 10 dias em câmara incubadora tipo Biochemical Demand of Oxygen (BOD, Marconi, MA415) à temperatura de 10,0±1,0°C. As bandejas não foram recobertas com outro material de embalagem para que as coberturas fossem a única barreira entre os frutos e o meio ambiente. Os tratamentos foram enumerados da seguinte maneira: 1 (T<sub>1</sub>) - fruto com cobertura a 0,1% de sorbitol; 2 (T<sub>2</sub>) - fruto com cobertura a 0,2% de sorbitol; 3 (T<sub>3</sub>) - fruto com cobertura a 0,3% de sorbitol; 4 (T<sub>4</sub>) - fruto sem cobertura.

O tempo de armazenamento das amostras variou de 0 a 10 dias, sendo as avaliações efetuadas a cada dois dias e iniciadas logo após a montagem do experimento. Os frutos foram avaliados quanto à perda de massa, a relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável (SST/ATT) e o pH. As análises químicas foram realizadas em triplicata. A análise da perda de massa

foi efetuada em duplicata devido à capacidade reduzida da estufa incubadora para armazenar maior quantidade de amostras.

Anterior à realização de cada análise química, os frutos foram lavados com água destilada para remoção das coberturas.

Não houve destruição das amostras na avaliação da perda de massa. Somente as análises químicas foram destrutivas para as amostras.

Para as análises químicas utilizou-se metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985), sendo os frutos amassados e coados. Mediu-se o teor de sólidos solúveis totais em refratômetro digital (CETI, Belgium), com precisão de 0,1 e leitura direta de algumas gotas de amostra colocadas na placa do refratômetro (resultados em °Brix).

A acidez total titulável das amostras foi obtida por titulação com solução de hidróxido de sódio a 0,1 mol L<sup>-1</sup>, sendo o pH determinado em potenciômetro (TECNAL, TEC3-MP) com precisão de 0,001.

A perda de massa das amostras foi avaliada em todos os períodos de armazenamento, utilizando-se balança digital (SCIENTECH, AS-210) com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em porcentagem massa/massa (%) sobre a massa inicial (Equação 1):

$$\text{Perda de massa (\%)} = \left[ \frac{(m_0 - m)}{m_0} \right] \times 100 \quad (1)$$

Em que:

$m_0$  = massa inicial da amostra (kg) e  $m$  = a massa a cada intervalo de tempo (kg).

Adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo e três repetições. O experimento não pode ser realizado em suas três repetições de uma só vez devido à capacidade reduzida das estufas incubadoras utilizadas. Assim, cada bloco do delineamento experimental representou uma repetição do experimento. A utilização dos blocos foi necessária para isolar interferências da diferença entre os dias de colheita dos morangos, seu estágio de maturação e condições de colheita, entre outros fatores.

Os níveis do tratamento principal (concentração de sorbitol contido na solução filmogênica), casualizados dentro dos blocos, formaram as parcelas e os níveis do tratamento secundário (tempo de armazenamento), fixados dentro de cada parcela formaram as subparcelas. Foram considerados três tratamentos de frutos com cobertura de solução filmogênica (0,1; 0,2 e 0,3% de sorbitol), um tratamento de frutos sem cobertura e seis períodos de armazenamento dos frutos (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ). Para descrição das características em função dos períodos de armazenamento foram efetuadas análises de regressão de primeiro e segundo grau. A escolha do melhor modelo ocorreu pela observação da significância do teste F para cada modelo, ao nível de 5% e do erro padrão da estimativa (SEE) de acordo com a Equação 2 (CHARNET *et al.*, 1999):

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{GLR}} \quad (2)$$

Para o desenvolvimento das análises estatísticas e dos gráficos utilizou-se o software *Statistic* versão 8.0 (STATSOFT, 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coberturas revelaram boa aderência aos frutos, não apresentando descamação. No início da experimentação, o uso da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol proporcionou brilho ao fruto, tornando-o atraente para comercialização.

No dia da montagem do experimento, os frutos estavam em bom estado de conservação. No décimo dia, o aspecto mais evidente das amostras foi o murchamento causado pela transpiração dos frutos. No final do experimento, os frutos apresentaram desenvolvimento de fungos.

A fim de verificar o efeito das coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na perda de massa, relação SST/ATT e pH dos frutos de morango, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1 não foi verificada diferença significativa para a perda de massa dos frutos sem cobertura e com coberturas (diferentes concentrações de sorbitol), indicando que não houve influência dessa variável. Percebeu-se diferença entre a perda de massa ao longo do período de armazenamento, mostrando que essa variável influencia a característica estudada.

**TABELA 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O EFEITO DAS COBERTURAS DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA PERDA DE MASSA DOS FRUTOS DE MORANGO**

Fonte de Variação	GL	QM	F	p
Bloco	2	152,5738	12,7816	0,0069*
Tratamentos	3	6,7573	0,5661	0,6572
Bloco x Tratamentos	6	11,9370	-	-
Tempo	4	19,7979	4,3690	0,0085*
Bloco x Tempo	8	3,5602	0,7857	0,6198
Tratamentos x Tempo	12	3,3686	0,7434	0,6978
Bloco x Tratamentos x Tempo	24	4,5315	-	-
TOTAL	59	-	-	-

\* significativo a 1% de probabilidade; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F; p = valor provável.

A perda de massa observada nos morangos não variou significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os frutos sem revestimento e revestidos com as coberturas estudadas entre o início da experimentação e o décimo dia de armazenamento refrigerado. Esse fato demonstra que o uso das coberturas não foi efetivo no controle da perda de massa dos frutos de morango e que essa característica independe da concentração de sorbitol utilizada. Os frutos sem revestimento apresentaram maiores valores de perda de massa que os frutos recobertos durante todo o período de armazenamento. Os valores de perda de massa estiveram entre 8,67 e 16,26%.

O fato de as coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol não terem sido efetivas na diminuição da perda de massa dos frutos de morango devem-se, provavelmente, à baixa barreira ao vapor de água conferida por filmes comestíveis elaborados à base de amido (GALLO *et al.*, 2000). Dessa forma, provavelmente não houve formação de barreira efetiva para o controle da redução da transpiração dos frutos e a consequente perda de massa.

Prates e Ascheri (2010) encontraram altos valores de permeabilidade ao vapor de água (Pva) para os filmes produzidos após a secagem de soluções filmogênicas com a mesma formulação utilizada para as coberturas comestíveis de morangos. Os resultados variaram de  $5,209 \pm 0,000 \times 10^{-8} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$  para os filmes originados de soluções filmogênicas com 2% de amido de fruta-de-lobo e 0,1% de sorbitol e  $8,681 \pm 0,868 \times 10^{-8} \text{ g (m s Pa)}^{-1}$  para a formulação com 0,2% de sorbitol.

A utilização de coberturas na superfície de frutos com o intuito de aumentar a espessura da película natural pode contribuir como barreira à perda de água (OLIVEIRA, 2000). Acredita-se que a utilização de maior teor de amido na solução filmogênica formadora das coberturas poderia aumentar sua espessura e melhorar seu desempenho como barreira ao vapor de água, provocando menor perda de massa pelos frutos.

Os valores de perda de massa foram maiores até o segundo dia de armazenamento, sendo observada sua redução até o sexto dia. Com o armazenamento refrigerado ocorre tendência de redução dos índices de amadurecimento e perda de massa dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Observou-se que o comportamento da perda de massa para os morangos revestidos com cobertura de 0,1% de sorbitol foi o mais próximo do apresentado pelos frutos sem revestimento,



ocorrendo maior perda de massa em menor tempo.

Oliveira e Cereda (2003) verificaram que frutos de morango revestidos com cobertura de fécula de mandioca não apresentaram diferença estatística do controle quanto à característica perda de massa fresca. Lemos *et al.* (2007), no estudo da perda de massa de pimentões 'Magali R' acondicionados à temperatura ambiente e sob refrigeração, constataram que o uso de recobrimentos à base de 2% de fécula de mandioca não foi efetivo na redução dessa característica. A mesma tendência foi verificada por Botrel *et al.* (2007) no estudo de alho minimamente processado com revestimentos comestíveis de fécula de mandioca, não havendo diferença estatística para o atributo perda de massa.

Henrique e Cereda (1999) armazenaram morango por 10 dias em condição ambiente e observaram que o uso de coberturas de fécula de mandioca a 1, 2 e 3% foi eficaz na redução da perda de massa dos frutos. Nos estudos de Scanavaca Júnior, Fonseca e Pereira (2007), recobrimentos comestíveis com 0, 1, 2 e 3% de fécula de mandioca foram eficazes na redução da perda de massa de manga 'Surpresa' armazenada à temperatura ambiente.

Recobrimentos de polissacarídeos e proteínas, devido a sua natureza hidrofílica, formam barreira pouco efetiva à umidade. A natureza hidrofílica é consequência da estrutura molecular do amido que contém vários grupos (OH<sup>-</sup>) que fazem ligações hidrofílicas tipo ponte de hidrogênio. Por isso, torna-se necessária a adição de plastificantes para reduzir a hidrofiliidade das coberturas (KESTER e FENEMA, 1989).

Tanada-Palmu (2003), no armazenamento de morangos com cobertura de glúten de trigo sob refrigeração, não verificou influência das coberturas sobre a perda de massa dos frutos. De acordo com a autora, a adição de lipídeos às coberturas é necessária para reduzir sua permeabilidade ao vapor de água e a perda de massa dos frutos revestidos.

Oliveira e Cereda (2003) observaram que o acréscimo de cera em coberturas de fécula de mandioca proporcionou maior eficiência na redução da perda de massa de pêssegos armazenados à temperatura ambiente.

O morango apresenta epiderme sensível que confere pouca proteção à perda de umidade, o que pode ter contribuído para os altos valores de perda de massa encontrados.

Recobrimentos comestíveis de amido podem contribuir para aumentar o período de conservação dos morangos, porém deve-se buscar formulações que minimizem a perda de matéria fresca sem restringir excessivamente as trocas gasosas.

O delineamento do experimento realizado ocorreu em blocos ao acaso, devido aos fatores já mencionados, sendo que cada bloco compôs uma repetição do experimento. Foi verificada diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) para os resultados de perda de massa em cada um dos blocos experimentais, o que confirma a escolha do delineamento. As diferenças provavelmente se devem a variações no ponto de maturação dos frutos, nas condições de colheita, de transporte e de clima, entre outros.

As médias dos resultados de perda de massa dos frutos de morango estudados para cada bloco experimental, seguidas dos desvios-padrão, podem ser visualizadas na Tabela 2.

**TABELA 2 - MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DOS VALORES DE PERDA DE MASSA DOS FRUTOS DE MORANGO ESTUDADOS PARA CADA BLOCO EXPERIMENTAL**

Blocos	Perda de Massa (%)
I	9,49 ± 0,65
II	13,30 ± 0,43
III	14,85 ± 0,56

Foi verificada diferença significativa entre os resultados de perda de massa de cada bloco, sendo observados maiores valores para o bloco III. Essa diferença na perda de massa pode ser resultante do estágio de maturação dos frutos no momento da colheita, ou do efeito das condições pós-colheita aos quais os frutos foram expostos.

A fim de descrever modelo matemático para o efeito do tempo de armazenamento na perda de massa dos morangos foi realizada regressão polinomial até segundo grau e o resultado submetido à análise de variância (Tabela 3).

**TABELA 3 - ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA A PERDA DE MASSA DOS FRUTOS DE MORANGO SEM REVESTIMENTO E REVESTIDOS COM COBERTURA DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Fonte de Variação	GL	QM	F	p
Tempo	1	2,9685	93,837	0,0105**
Tempo <sup>2</sup>	1	1,7554	55,492	0,0175**
Erro	2	0,0316	-	-
TOTAL	4	-	-	-

\*\* significativo a 5% de probabilidade; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F; p = valor provável.

Foi observada significância dos modelos de regressão de primeiro e segundo grau ( $p \leq 0,05$ ) para descrição da perda de massa dos morangos em função do tempo. A seleção do modelo de segundo grau como o mais adequado para descrever o fenômeno ocorreu com base nos valores do erro padrão da estimativa (SEE). O modelo de regressão de primeiro grau apresentou SEE de 0,779 e o valor de SEE do modelo quadrático foi de 0,178, demonstrando que nesse modelo há maior proximidade da curva gerada aos dados experimentais de perda de massa.

O resultado da análise de variância para o efeito das coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na relação SST/ATT dos frutos de morango está apresentado na Tabela 4.

**TABELA 4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O EFEITO DAS COBERTURAS DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA RELAÇÃO SST/ATT DOS FRUTOS DE MORANGO**

Fonte de Variação	GL	QM	F	P
Bloco	2	5,5233	14,0530	0,0054*
Tratamentos	3	0,1228	0,3123	0,8163
Bloco x Tratamentos	6	0,3930	-	-
Tempo	5	0,7545	3,0995	0,0226**
Bloco x Tempo	10	0,2339	0,9610	0,4955
Tratamentos x Tempo	15	0,2157	0,88594	0,5854
Bloco x Tratamentos x Tempo	30	0,2434	-	-
TOTAL	71	-	-	-

\*\* significativo a 5% de probabilidade; \* significativo a 1% de probabilidade; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F; p = valor provável.

O menor teor de SST encontrado foi de 4,91°Brix no dia da colheita e o maior de 5,30°Brix ao final do período de armazenamento. As frutas recobertas não diferiram do controle ( $p > 0,05$ ) na relação SST/ATT, nem entre si, indicando que o material testado não influenciou essa característica.

A não interferência das coberturas de amido e sorbitol na relação SST/ATT dos morangos pode ser justificada pela alta permeabilidade ao vapor de água dos filmes, que favorece o processo de respiração dos frutos, conforme discutido anteriormente.

Embora o morango seja uma espécie que praticamente não armazena amido, pequenos incrementos no teor de SST foram observados em função do tempo de armazenamento, com variação significativa ( $p \leq 0,01$ ) na relação SST/ATT em função desse fator. O aumento do teor de

sólidos solúveis totais durante armazenamento ocorre pela degradação de polissacarídeos durante o processo respiratório dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Verificou-se aumento nos teores de ATT ao longo do período de armazenamento, contrariando a tendência esperada. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), durante o amadurecimento dos frutos espera-se que os valores de SST aumentem devido à hidrólise de polissacarídeos em açúcares simples e que os valores de ATT diminuam pelo consumo de ácido no ciclo de Krebs gerando  $\text{CO}_2$ , água e energia. Dessa forma, a relação SST/ATT deve aumentar com o tempo de armazenamento. Porém, Olivas e Barbosa-Cánovas (2005) afirmaram que o conteúdo de água dos frutos deve ser sempre considerado na avaliação dos valores de SST e ATT. A perda de água causa aparente aumento nesses valores, podendo levar a uma interpretação incorreta dos parâmetros.

Brackmann (1991) afirmou que níveis mais elevados de acidez total titulável podem ser resultantes da redução da taxa respiratória, pois os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para a obtenção de energia no ciclo de Krebs.

Os resultados encontrados para a relação SST/ATT foram de 1,5% no início do experimento e de 1,8% no final do período de armazenamento.

Observou-se diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na relação SST/ATT entre os blocos experimentais. As médias da relação SST/ATT seguidas pelos desvios-padrão para cada bloco do experimento podem ser visualizadas na Tabela 5.

**TABELA 5 - MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DOS VALORES DA RELAÇÃO SST/ATT DOS FRUTOS DE MORANGO PARA CADA BLOCO EXPERIMENTAL**

Blocos	SST/ATT
I	4,75 ± 0,09
II	5,02 ± 0,09
III	5,68 ± 0,14

A fim de verificar o efeito do tempo na relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável foi realizada regressão polinomial até segundo grau e o resultado submetido à análise de variância (Tabela 6).

**TABELA 6 - ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA A RELAÇÃO SST/ATT DOS FRUTOS DE MORANGO SEM REVESTIMENTO E REVESTIDOS COM COBERTURA DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Fonte de Variação	GL	QM	F	P
Tempo	1	0,1251	30,426	0,0117**
Tempo <sup>2</sup>	1	0,0491	11,943	0,0401**
Erro	3	0,0041	-	-
TOTAL	5	-	-	-

\*\* significativo a 5% de probabilidade; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F; p = valor provável.

Por meio da análise de regressão verifica-se que os modelos de regressão de primeiro e segundo graus são significativos ( $p \leq 0,05$ ), ou seja, a relação pode ser descrita pelos dois modelos. Para definir o modelo que melhor representa o comportamento da relação SST/ATT durante o tempo de armazenamento efetuou-se a comparação dos valores de erro padrão da estimativa (SEE) obtidos para o modelo de regressão de primeiro grau (0,124) e para o modelo de segundo grau (0,064). Dessa forma, o melhor modelo para descrever o comportamento da relação SST/ATT em função do tempo foi o quadrático, devido ao melhor ajuste da curva aos dados experimentais.



Ao longo do tempo de armazenamento houve redução nos valores de pH dos frutos, os quais não diferiram significativamente entre os tratamentos ( $p>0,05$ ) dentro de cada período estudado, porém diferiram conforme o tempo de armazenamento (Tabela 7).

Não foi verificada influência das coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol no pH dos frutos de morango armazenados sob refrigeração. Com o decorrer do tempo observou-se redução no pH dos frutos dos quatro tratamentos ao longo do armazenamento, que pode estar relacionada aos altos valores de percentual de perda de massa das amostras. Dessa forma, a perda do conteúdo de água pode ter sido responsável pelo aumento na concentração de ácidos orgânicos, causando queda nos valores de pH. Resultados semelhantes foram encontrados por Souto *et al.* (2004) na conservação de abacaxi 'Pérola' sob refrigeração.

**TABELA 7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O EFEITO DAS COBERTURAS DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO pH DOS FRUTOS DE MORANGO**

Fonte de Variação	GL	QM	F	p
Bloco	2	0,7255	87,9944	0,0000*
Sorbitol	3	0,0013	0,1525	0,9243
Bloco x Sorbitol	6	0,0082	-	-
Tempo	5	0,9026	233,9330	0,0000*
Bloco x Tempo	10	0,7088	183,7044	0,0000*
Sorbitol x Tempo	15	0,0063	1,6461	0,1195
Bloco x sorbitol x Tempo	30	0,0038	-	-
TOTAL	71	-	-	-

\* significativo a 1% de probabilidade; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F; p = valor provável.

Hojo *et al.* (2007) armazenaram pimentão à temperatura ambiente revestido com cobertura comestível de fécula de mandioca e verificaram redução do pH dos frutos com o tempo de armazenamento.

Leme *et al.* (2007) observaram que o uso de coberturas de fécula de mandioca a 3% foi efetivo no controle do pH de laranja 'Pêra' armazenada sob refrigeração.

As médias e respectivos desvios-padrão dos valores de pH encontrados para os frutos de morango em cada bloco experimental estão apresentadas na Tabela 8.

**TABELA 8 - MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DOS VALORES DE pH DOS FRUTOS DE MORANGO ESTUDADOS PARA CADA BLOCO EXPERIMENTAL**

Blocos	pH
I	3,75 ± 0,13
II	3,40 ± 0,02
III	3,61 ± 0,06

A fim de verificar o efeito do tempo de armazenamento no pH dos frutos de morango realizou-se regressão polinomial até segundo grau e o resultado foi submetido à análise de variância (Tabela 9).

**TABELA 9 - ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA O pH DOS FRUTOS DE MORANGO SEM REVESTIMENTO E REVESTIDOS COM COBERTURA DE AMIDO DE FRUTA-DE-LOBO E SORBITOL EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Fonte de Variação	GL	QM	F	p
Tempo	1	0,2550	10,2736	0,0491**
Tempo <sup>2</sup>	1	0,1799	7,2483	0,0743
Erro	3	0,0248	-	-
TOTAL	5	-	-	-

\*\* significativo a 5% de probabilidade; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F; p = valor provável.

O modelo matemático que melhor descreveu o comportamento do pH dos frutos de morango em função do tempo de armazenamento foi o de primeiro grau de acordo com a Tabela 9 ( $p \leq 0,05$ ), sendo o único modelo significativo na representação dos valores experimentais. O valor de SEE do modelo de regressão de primeiro grau foi de 0,136.

Devem ser exploradas novas possibilidades de melhorar as propriedades dos filmes de amido de fruta-de-lobo e sorbitol para utilização como revestimento comestível de frutos. A combinação de amido, lipídios e proteínas melhora as propriedades dos filmes, tornando-os mais efetivos como barreira a elementos externos (PILON, 2007).

#### 4 CONCLUSÃO

O uso de coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol nos frutos de morango sob refrigeração não foi eficiente para o controle das transformações físico-químicas da sua maturação durante 10 dias de armazenamento. Não foi verificada diferença significativa para as características estudadas entre os frutos sem e com diferentes coberturas. De maneira geral, as coberturas de amido de fruta-de-lobo e sorbitol não contribuíram para a conservação pós-colheita dos frutos de morango cv. 'Oso Grande'.

Houve variação significativa ( $p \leq 0,05$ ) da perda de massa, relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável e pH dos morangos revestidos com cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol ao longo do tempo de armazenamento. Modelos de segundo grau foram os mais adequados para descrever o comportamento da perda de massa e da relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável em função do período de armazenamento. O pH foi melhor descrito pelo modelo de primeiro grau.

#### ABSTRACT

##### EFFECT OF "FRUTA-DE-LOBO" STARCH AND SORBITOL COVERS AND STORAGE TIME IN THE POSTHARVEST QUALITY ON STRAWBERRIES FRUITS

It was studied the effect of different formulations of edible coatings made of "fruta-de-lobo" (*Solanum Lycocarpum* St. Hil.) starch and sorbitol, and of storage time on postharvest quality of fruits of strawberries cultivar 'Oso Grande' on cold storage. The fruits were distributed under 4 different treatments, one without cover and three dipped in a 2% starch fimogenic solution with sorbitol concentration of 0.1, 0.2 and 0.3%. The strawberries were packed and storage at 10°C for a 10 days period. Evaluations considering wheight loss, total soluble solids and total titratable acidity ratio and pH were made every 2 days. The experiment was carried out in a randomized block statistical design and split splot designs. The variables over the storage time were analyzed using polynomial regression to the second degree, and the models were selected by observing the significance of F test and the standard error of estimation for each model. The covers didn't influence significantly in controlling the physicochemical transformations of strawberries fruits ripenig, since it was not observed significant difference between fruits covered or not with the different coverage types. All studied characteristics varied significantly ( $p \leq 0,01$ ) with storage time, being weight loss and total soluble solids and total titratable acidity ratio described by second degree model, and pH by a first degree model.

**KEY-WORDS:** EDIBLE COATINGS; *Solanum lycocarpum*; STRAWBERRIES.

## REFERÊNCIAS

- 1 BOTREL, D.A.; SOARES, N. de F.F.; GERALDINE, R.M.; PEREIRA, R.M.; FONTES, E.A.F. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível microbiano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 32-38, 2007.
- 2 BRACKMANN, A. Influência da pressão parcial de oxigênio e etileno sobre a qualidade de maçãs armazenadas em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 12, n. 3, p. 235-242, 1991.
- 3 CAMPOS, J.M. **O eterno plantio: um reencontro com a natureza**. São Paulo: Pensamento, 1994. 250 p.
- 4 CHARNET, R.; FREIRE, C.A.L.; CHARNET, E.M.R.; BONVINO, H. **Análise de modelos de regressão linear com aplicações**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1999. 356 p.
- 5 CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.
- 6 CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e exóticas cultivadas**. Brasília: Ministério da Agricultura/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. 6 v.
- 7 DO CARMO, S.A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo 'Zarco HS'**. 2004. 110 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2004.
- 8 FERREIRA, M. D.; FRANCO, A. T. O.; NOGUEIRA, M. F. M.; ALMEIDA, R. V. C. de; TAVARES, M. Avaliação da etapa da colheita em tomates de mesa cv. Débora. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 173-178, 2004.
- 9 FLORES-CANTILLANO, F. **Morango: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 28 p.
- 10 FREITAS, C.S de; RODRIGUES, M.F.; ASCHERI, D.P.R. Elaboração de biofilme de amido de fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.). In: ENCONTRO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 21., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2007.
- 11 GALLO, J-A.Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipidic hydrophobic, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based films. **Journal of Membrane Science**, v. 180, n. 1, p. 37-46, 2000.
- 12 GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 1, p. 190-199, 1992.
- 13 GONTARD, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 3-15, 1996.
- 14 HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 231-233, maio/ago. 1999.
- 15 HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVARENGA, M. A. R. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 184-190, jan./fev. 2007.
- 16 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1. 533 p.
- 17 KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. An edible film of lipids and cellulose ethers: barrier properties to moisture vapor transmission and structural evaluation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 6, p. 1383-1389, 1989.
- 18 KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.
- 19 LEME, A. C.; GROPPPO, V. D.; ROMERO, A. de C.; SPOTO, M. H. F.; JACOMINO, A. P. Influência do uso de películas comestíveis em laranja 'Pêra' minimamente processada. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 15-24, jan./jun. 2007.
- 20 LEMOS, O.L.; REBOUÇAS, T.N.H.; SÃO JOSÉ, A.R.; VILA, M.T.R.; SILVA, K.S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 693-699, 2007.
- 21 MORAES, I.V.M. de. **Morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada**. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2005.
- 22 OLIVAS, G.I.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Edible coatings for fresh-cut fruits. **Critical Reviews in Food Science and**

**Nutrition**, Boca Raton, v. 45, n. 7, p. 657-670, 2005.

- 23 OLIVEIRA, M.A. **Comportamento pós-colheita de pêssego (*Prunus pérsica* L. Baltsch) revestidos com filmes à base de amido como alternativa à cera comercial**. 2000. 99 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- 24 OLIVEIRA, M.A. de; CEREDA, M.P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastsch) revestidos com filmes à base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 28-33, 2003.
- 25 PILON, L. **Conservação de abacaxi minimamente processado utilizando como coadjuvantes cloreto de cálcio, película comestível e radiação gama**. 2007. 120 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- 26 PRATES, M.F.O.; ASCHERI, D.P.R. Secagem de soluções filmogênicas de amido de fruta-de-lobo (*solanum lycocarpum* st. hil.) e propriedades físicas dos filmes em função do plastificante e da temperatura. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 28, n.2, p. 187-204, jun./dez. 2010.
- 27 RAMANA SOBRINHO, R.; CORREIA, L.G.; SALGADO, J.R. Olericultura no Brasil, área (ha) e produção (t) por cultura e por Estado no ano de 1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 31., 1991, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: EMATER- MG, 1991. p. 174-182.
- 28 SCANAVACA JÚNIOR, L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M.E.C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga 'Surpresa'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 67-71, 2007.
- 29 SHIMAZU, A.A.; MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 79-88, 2007.
- 30 SILVA, J.A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 166 p.
- 31 SOBRAL, P.J. do A.; MENEGALLI, F.C.; HUNBINGER, M.D.; ROQUES, M.A. Mechanical, water vapor barrier and thermal properties of gelatin based edible films. **Food Hydrocolloids**, v. 15, p. 423-432, 2001.
- 32 SOUTO, R.F.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S. de; DONADON, J.; MENEGUCCI, J.L.P. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' colhido no estágio de maturação "pintado" associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.24-28, abr., 2004.
- 33 STATSOFT: statistics [computer program]. Version 8.0. Tulsa: StatSoft, 2007.
- 34 TANADA-PAMLU, P. S. **Preparação, propriedades e aplicação de biofilmes comestíveis à base de glúten de trigo**. 2003. 244 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2003.
- 35 YAMASHITA, F. Filmes e revestimentos biodegradáveis aplicados a frutas e hortaliças minimamente processadas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2004. p. 57-62.