

SEÇÃO 1

TECNOLOGIA DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL

BIOFILME COMESTÍVEL E EMBALAGEM DE PVC NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE TOMATE EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Vanderleia Schoeninger¹, Tábata Zingano Bischoff¹, Naimara Vieira do Prado², Péterson Vinícios Pramiu¹ e Silvia Renata Machado Coelho¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Rua Universitária, 2062, Jardim Universitário, CEP 85819-110, Cascavel – PR. E-mail: vanderleia_sch@yahoo.com.br, tabatazbi@yahoo.com.br; ppramiu@gmail.com, silvia.coelho@unioeste.br

² Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Pós-graduação em matemática, Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: naimaraprado@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos tratamentos pós-colheita nos parâmetros físico-químicos de tomates destinados ao consumo in natura, revestidos com filme de PVC e biofilme de fécula de mandioca, armazenados em diferentes temperaturas. Os frutos foram armazenados nas temperaturas de 12,5°C e 25°C utilizando-se embalagem de filme de PVC e biofilme de fécula de mandioca na concentração de 5%. Como parâmetros de qualidade foram quantificados a perda de massa, pH, acidez titulável e sólidos solúveis. As análises foram realizadas aos 0, 4, 8 e 12 dias de armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi split-plot com parcelas subdivididas no tempo, tendo como parcela a temperatura de armazenamento, subparcela o filme de PVC e o biofilme. Observou-se em ambos os tratamentos que os teores médios de pH e sólidos solúveis aumentaram ao longo do período de armazenamento. O uso das embalagens de filme de PVC e biofilme associados à temperatura de 12,5°C foram eficientes para reduzir a perda de massa ao final de 12 dias de armazenamento dos tomates.

PALAVRAS-CHAVE: Lycopersicon esculentum, armazenamento, refrigeração, qualidade.

BIOFILM EDIBLE AND PVC PACKAGING IN POSTHARVEST TOMATO AT DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of postharvest treatments in physico-chemical parameters of tomatoes intended for fresh consumption, coated with PVC film and biofilm cassava starch, stored at different temperatures. Fruits were stored at temperatures of 12.5 ° C and 25 ° C using PVC packaging film and biofilm cassava starch at a concentration of 5%. As quality parameters were measured mass loss, pH, titratable acidity and soluble solids. The analyzes were performed at 0, 4, 8 and 12 days of storage. The experimental design was split-plot with plot in time, with the storage temperature plot, the subplot PVC film and biofilm. It was observed in both treatments that the average content of soluble solids and pH increased over the storage period. The use of the PVC film packaging and associated biofilm at a temperature of 12.5 ° C were effective to reduce the loss of mass after 12 days of storage of tomatoes.

KEY WORDS: Lycopersicon esculentum, storage, refrigeration, quality.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum*) faz parte da alimentação dos brasileiros, seja na forma *in natura* ou processado na forma de polpa, extrato, concentrados ou molhos prontos, por isso, seu cultivo tem aumentado nos últimos anos, sendo uma olerícula presente em todo o mundo (Ferreira et al., 2010). O tomate é um fruto muito perecível, apresentando altas perdas pós-colheita, sendo então necessário para este fruto o uso de tecnologias de conservação para retardar o seu amadurecimento, e conseqüentemente manter a sua qualidade (Brakmann et al., 2007).

Em função de seu valor nutritivo, facilidade e versatilidade de utilização, o tomate é a mais popular das hortaliças. É rico em vitamina A, vitaminas do complexo B, B1, B2, B3, B6, glicose, frutose, lipídios, proteínas e sais minerais, como fósforo, cálcio, potássio e magnésio (Galvis-Vanegas, 1987). Além disso, destaca-se economicamente pelo valor de produção e pela geração de empregos direta ou indiretamente.

Por ser um fruto climatérico é colhido imaturo e tem sua fase de amadurecimento depois da colheita, apresentando aproximadamente 40% de perdas (Chitarra e Chitarra, 2005). Estas podem ocorrer na fase de produção (por doenças, fatores climáticos ou tratamentos inadequados) ou na pós-colheita, causadas por: injúrias mecânicas, armazenamento impróprio, manuseio e transportes inadequados e longos períodos de exposição no varejo (Ceagesp, 2002).

Após a colheita muitos são os fenômenos fisiológicos que ocorrem durante o amadurecimento dos produtos vegetais, destacando-se entre eles, a respiração. Segundo Galvis-Vanegas (1987), durante o fenômeno existe liberação de energia, na forma de calor, ocasionando elevação de temperatura. O emprego de técnicas na conservação das hortaliças visa reduzir a respiração e prolongar a vida de armazenamento. Várias transformações fisiológicas e bioquímicas ocorrem paralelamente à respiração, tais como: variações na cor, aroma, perda de peso, peso específico, pH, acidez e sólidos solúveis, além de variações na firmeza e resistência à compressão (Chitarra e Chitarra, 2005).

Depois da colheita a respiração assume o papel principal e o fruto não depende mais de absorção de água e minerais pelas raízes, nem da condução pelos tecidos vasculares e tampouco da atividade fotossintética das folhas, a intensidade respiratória indica a velocidade com que se desenvolve o metabolismo, ou seja, altas taxas respiratórias estão geralmente associadas à curta vida de armazenamento (Galvis-Vanegas, 1987).

A respiração é afetada por alguns fatores intrínsecos (composição química, atividade metabólica, tamanho e umidade do produto, etc.) e extrínsecos (temperatura, umidade relativa, concentração de CO₂ e etileno, etc.), os quais podem acelerar ou diminuir o processo respiratório influenciando assim a vida do produto (Damasceno et al., 2006; Andreucetti et al., 2007). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a vida útil do tomate pode ser aumentada com manutenção da qualidade pelo uso de diferentes métodos físicos como a diminuição da temperatura, o controle das condições atmosféricas, o uso de embalagens, atmosferas modificadas e controle da produção de etileno. Porém, observa-se ainda nas cadeias de frutas e hortaliças que as perdas são decorrentes, principalmente, da utilização de embalagens e manuseio inadequados também pela não-utilização da cadeia do frio (Ferreira et al., 2006).

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície de produtos perecíveis, como frutas e hortaliças, sendo estes uma alternativa para embalagem. Esse fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada, também tem sido consideradas a redução no uso de embalagens descartáveis que não são biodegradáveis e a melhoria no sistema de embalagens recicláveis (Chitarra e Chitarra, 2005). O uso de embalagens visa às seguintes funções: controle da transferência de umidade do produto para o ambiente, controle de trocas gasosas entre o produto e o ambiente, controle da entrada de O₂ no produto e retenção de aditivos químicos na superfície do produto, reduzir a abrasão, conservar o brilho e aparência saudável dos produtos (Chiumarelli e Ferreira, 2006).

Chiumarelli e Ferreira (2006), ao fazerem uso de ceras comestíveis e refrigeração na conservação pós-colheita de tomates da cultivar “Débora” observaram que o uso dessas técnicas garantiu a integridade dos frutos ao final do armazenamento e, além disso, houve diminuição na perda de massa e decréscimo no número de frutos descartados devido a danos físicos e podridões. O uso da baixa temperatura durante o armazenamento prolonga os processos de maturação e senescência, retardando a variação de cor, perda de peso, perda de firmeza e as transformações bioquímicas (Galvis-Vanegas 1987).

Além disso, o uso dos filmes plásticos de baixa densidade como PVC e polietileno também interfere em processos de maturação sendo uma alternativa para a conservação pós-colheita de frutos. Estas embalagens agem criando uma atmosfera modificada ao redor dos frutos, com baixa concentração de oxigênio e alta concentração de gás carbônico (Kluge et al., 1996).

Com a redução da atividade respiratória, o armazenamento sob atmosfera controlada reduz a degradação de ácidos orgânicos nos tecidos da parede do fruto (Moretti et al., 2002).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos tratamentos pós-colheita nos parâmetros físico-químicos de tomates destinados ao consumo *in natura*, revestidos com filme de PVC e biofilme de fécula de mandioca, armazenados em diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel. Os tomates foram adquiridos no CEASA da cidade de Cascavel e selecionados em vista do tamanho, coloração e ausência de injúrias. Após a seleção, os tomates foram lavados e secos para receberem os tratamentos.

Os tratamentos pós-colheita aplicados nos frutos foram: embalagem de filme de PVC de baixa densidade armazenados em temperatura de 12,5°C e 25°C e biofilme de fécula de mandioca na concentração de 5%, também armazenados nas duas temperaturas. A Tabela 1 apresenta os tratamentos aplicados aos tomates.

Tabela 1 - Tratamentos aplicados em frutos de tomates armazenados por 12 dias

Temperatura de armazenamento	Tipo de embalagem
12,5° C	Filme de PVC
12,5° C	5% de biofilme
25,0° C	Filme de PVC
25,0° C	5% de biofilme

Deste modo, os tratamentos consistiam na combinação entre o uso das embalagens (filme de PVC ou biofilme de fécula de mandioca) e temperaturas de armazenamento (12,5 °C ou 25°C). O biofilme de fécula de mandioca para o revestimento dos frutos foi preparado conforme descrição de Lemos et al. (2007).

Os frutos foram analisados após 0, 4, 8 e 12 dias de armazenamento quanto aos parâmetros de pH, acidez titulável e sólidos solúveis. Para estas determinações as amostras foram preparadas na forma de suco. Para tal os frutos foram processados em centrífuga doméstica de alimentos da marca ARNO, modelo VitaPro.

A análise de pH foi realizada com auxílio de pHmetro digital. A determinação dos sólidos solúveis foi realizada por refratometria, utilizando refratômetro de bancada do tipo Abbé e os resultados expressos em graus Brix. A acidez titulável foi determinada segundo procedimento descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), quantificada em gramas de ácido acético em 100mL de suco de tomate. A perda de massa (%) foi acompanhada a cada dois dias e foi quantificada pela diferença entre a massa (g) atual e a massa dos frutos no início do armazenamento.

O delineamento experimental utilizado foi split-plot com parcelas subdivididas no tempo (Banzato e Kronka, 1989), onde as temperaturas de armazenamento (12,5 e 25°C) compõem as parcelas, as embalagens utilizadas para a conservação dos tomates (filme de PVC e 5% de biofilme) foram as subparcelas, os tempos de análise foram: 0, 4, 8 e 12 dias de armazenamento, com três repetições de cada tratamento. Para a análise estatística foi utilizado o software Sisvar 5.0 (Ferreira, 2000). Para verificar diferenças significativas nos parâmetros de qualidade, foi realizada a análise de variância com 5% de significância e posteriormente, teste de Tukey para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a perda de massa expressa em (%) para cada tratamento ao longo de 12 dias de armazenamento. Verificou-se que ocorreu perda de massa em todos os tratamentos ao longo do período avaliado. Os tomates armazenados em embalagem de filme de PVC com a temperatura de 25°C apresentaram maior percentual de perda de massa, para a mesma temperatura o biofilme com fécula de mandioca apresentou perda de massa de 5,2%. Por outro lado, a temperatura de 12,5°C foi a que proporcionou menor perda de massa para os tomates armazenados tanto com filme de PVC quanto com biofilme de fécula de mandioca. A perda de massa apresentou diferenças estatísticas ao nível de 5% de significância apenas para as temperaturas de armazenamento, o uso das embalagens não influenciou no percentual de perda de massa dos tomates.

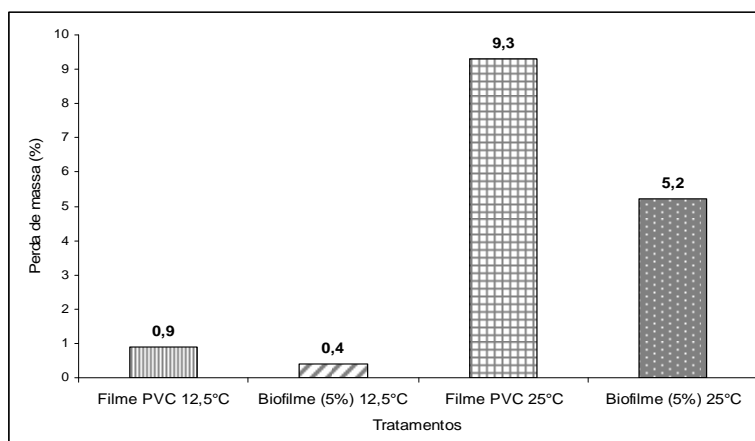


Figura 1 - Perda de massa média (%) observada em tomates após 12 dias de armazenagem sob diferentes condições de temperatura e embalagens.

Verificou-se que as embalagens de filme de PVC e biofilme não foram eficientes para controle da perda de massa, porém, a diminuição da temperatura teve notável influência na redução da perda de massa dos tomates.

Chiumarelli e Ferreira (2006), afirmam que a baixa temperatura diminui a taxa respiratória do produto e com isso, há menor perda de água refletindo em menor perda de massa. Resultados similares foram obtidos por Lemos et al. (2007), com o uso de biofilmes de fécula de mandioca no armazenamento de pimentão, onde a refrigeração foi importante para conter a perda de massa dos frutos em menos de 15% e manter a qualidade do pimentão durante o armazenamento.

Os teores de pH dos frutos de tomate armazenados sob diferentes condições de temperatura e embalagem são apresentados na Tabela 2. Não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre o tipo de embalagem utilizada e também entre as temperaturas (12,5 °C e 25 °C). Porém, a análise de variância apresentou diferenças significativas para o fator tempo de armazenagem, ao nível de 5% de significância. Verificou-se que com o aumento do período de armazenagem ocorreu aumento no pH dos frutos. Aos quatro e oito dias, a média de pH foi igual estatisticamente e diferente do tempo inicial de armazenagem. Aos 12 dias o valor médio de pH foi igual a 4,43 sendo este diferente estatisticamente dos períodos avaliados.

Tabela 2 - Médias do pH dos frutos de tomate armazenados sob diferentes condições de temperatura e embalagens durante o período de 12 dias

Temperatura (°C)	Embalagem	Tempo (dias de armazenamento)			
		0	4	8	12
12,5	Filme PVC	4,21	4,36	4,38	4,38
12,5	5% Biofilme	4,20	4,38	4,32	4,42
25	Filme PVC	4,20	4,33	4,31	4,50
25	5% Biofilme	4,19	4,33	4,37	4,42
	Média	4,20 a	4,34 b	4,34 b	4,43 c
	CV(%)	0,02	0,67	0,70	1,23

Letras iguais minúsculas na linha indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Este aumento do pH está relacionado com o processo de amadurecimento dos frutos. Ferreira et al. (2010), registraram variação de pH de 4,24 até 4,52 durante os diferentes estágios de maturação de tomate produzido em sistema orgânico e convencional. Damasceno et al. (2003), ao utilizar película de fécula de mandioca no armazenamento de tomate verificou que esta conservou os teores de pH, ocasionando pequeno aumento nos valores de pH ao longo do amadurecimento e início da senescência.

Ao realizar a análise de variância para a acidez titulável não houve diferenças significativas ao nível de 5% de significância, ou seja, as embalagens utilizadas, as temperaturas e os períodos de armazenamento não influenciaram os teores de acidez titulável dos frutos de tomate, a acidez titulável média foi de 0,29 g de ácido acético/100 mL de suco de tomate. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os teores de acidez titulável e sólidos solúveis indicam a respeito do sabor dos frutos, deste modo, é possível observar que as embalagens utilizadas foram eficientes para manter os teores de acidez titulável nos tomates armazenados. O valor médio de acidez titulável encontrado nesse trabalho foi semelhante ao encontrado por Chiumarelli e Ferreira (2006), ao armazenarem tomates da variedade “Débora” a 12,5°C encontraram 0,32 g de ácido acético/100 mL de polpa de tomate e ao armazenar a 25°C o valor encontrado foi de 0,24 g de ácido acético/100 mL de polpa de tomate. Ferreira et al. (2010), verificaram que o teor de acidez titulável manteve-se constante (0,21%) durante o armazenamento de tomates em diferentes estágios de maturação, cultivados em sistema convencional.

Para os teores de sólidos solúveis a análise de variância indicou diferenças significativas para a temperatura e para o tempo de armazenamento. As embalagens utilizadas não

influenciaram nos teores de sólidos solúveis. A Tabela 3 apresenta o teste de Tukey para comparação dos teores médios de sólidos solúveis.

Tabela 3 - Desdobramentos das temperaturas e tempos de armazenamento para os teores médios de sólidos solúveis (°Brix)

Tempo (dias de armazenamento)	Temperatura	
	12,5°C	25°C
0	3,37 a A	3,37 a A
4	3,56 b A	4,26 b B
8	3,62 b A	4,28 b B
12	3,90 c A	4,30 b B

Letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha representam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Observou-se na Tabela 3 que os tomates armazenados por 12 dias na temperatura de 12,5°C apresentaram menores teores de sólidos solúveis que os tomates armazenados à 25°C, esse fato está relacionado com a menor perda de massa oferecida na temperatura de 12,5°C. Ao longo dos 12 dias de armazenamento os teores de sólidos solúveis aumentaram para as duas temperaturas de armazenagem, devido à perda de água que ocorreu durante o período de armazenamento do produto. Resultados semelhantes foram encontrados por Chiumarelli e Ferreira (2006), em tomates revestidos com filmes comestíveis e armazenados em diferentes temperaturas. De acordo com Lemos et al. (2007), este aumento nos teores de sólidos solúveis em frutos revestidos com biofilme comestível ocorre devido à medida que ocorre o amadurecimento, havendo assim uma maior degradação de polissacarídeos, e em decorrência disto uma da maior perda de umidade e o acúmulo de açúcares nos tecidos. Logo o uso da refrigeração mostrou-se eficiente para manter a qualidade dos tomates armazenados, como desde a colheita até a comercialização há interrupções na cadeia do frio, o uso de embalagens pode ser uma ótima alternativa para manter a integridade e aparência do produto, diminuindo assim as taxas de amadurecimento.

CONCLUSÕES

O uso de embalagem de PVC e biofilme comestível associada à refrigeração promoveu a conservação pós-colheita, mantendo os teores de acidez, pH e sólidos solúveis e reduzindo significativamente a perda de massa dos tomates armazenados.

REFERÊNCIAS

- ANDREUCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; MORETTI, C. L.; HONÓRIO, S. L. Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 122-126, 2007.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, 1989, p. 247.
- BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; ANDRIOLO, J. L.; PINTO, J. A. V. Armazenamento de tomate cultivar "Cronus" em função do estágio de maturação e da temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1295-1300, 2007.
- CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Diga não ao Desperdício**. Disponível em <<http://www.ceagesp.com.br>>. Acesso em: 01 mai. 2013.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. Editora Lavras: UFLA, 2005, p. 783.
- CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D. Qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 381-385, 2006.
- DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S.; MORO, E. K. M.; LOPES, M. C., VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-380, 2003.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 200, p. 66.
- FERREIRA, M. D.; CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; TAVARES, M. Avaliação física do tomate de mesa 'romana' durante manuseio na pós-colheita. **Engenharia. Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 321-327, 2006.
- FERREIRA, S. L. R.; QUADROS, D. A.; KARKLE, E. N. L.; LIMA, J. J.; TULLIO, L. T.; FREITAS, R. J. S. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 858-864, 2010.
- GALVIS-VANEGAS, J. A. **Fisiologia póscolheita de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) cultivar Ângela**. 1987. 123 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Pós-Colheita) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 4ª ed., 2008, p. 1020.

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.

KLUGE, R. A.; RODRIGUES, D. S.; KALIL, G. P. C.; RUSSO, R.; LUCAS, M. B.; MINAMI, K. Influência do estágio de maturação e da cobertura com polietileno na conservação de tomates frigorificados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 6-13, 1996.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.; HUBER, D. J.; PUSCHMANN, R. Armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com injúria interna de impacto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 465-469, 2002.

Recebido para publicação em: 12/08/2013

Aceito para publicação em: 30/10/2013