

Biofilmes e embalagens na conservação pós-colheita de lima ácida Tahiti

Marcelo Dotto¹, Kelli Pirola¹, Américo Wagner Júnior¹, Juliana Cristina Radaelli¹, Moeses Andriago Danner¹

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km 04, São Cristovão, CEP 85660-000, Dois Vizinhos-PR, Brasil. Caixa Postal 157. E-mail: marcelodotto@hotmail.com; kelli_pirola1@hotmail.com; americowagner@utfpr.edu.br; julianaradaelli@gmail.com; moesesdanner@utfpr.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de biofilmes e embalagens para aumentar a conservação pós-colheita da lima ácida Tahiti. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (biofilme x embalagem de transporte), com quatro repetições, sendo que cada parcela foi constituída de dez frutos de lima ácida. Foram utilizados como biofilmes a fécula de mandioca (3%), amido de milho (3%), gelatina (3%) e a testemunha sem biofilme. Os biofilmes foram dissolvidos em banho-maria e aplicados nos frutos por meio de imersão. Os frutos, com ou sem biofilmes, foram acondicionados nas embalagens de transporte: caixas plásticas para frutas com capacidade de 20 kg, saco de pano e saco de aniagem. Os frutos permaneceram armazenados por 35 dias em temperatura ambiente. Os parâmetros analisados foram: pH, teor de sólidos solúveis (SS), perda de massa e coloração. O armazenamento da lima ácida Tahiti pode ser realizada em embalagem de sacos de aniagem, porém sem o revestimento desta com biofilme. Não é aconselhado manter a lima ácida Tahiti em condições naturais por mais de 35 dias de armazenamento caso não se tenha finalidade o desverdecimento.

Palavras-chave: armazenamento, *Citrus latifolia* Tanaka, manutenção da qualidade

Biofilms and packaging on post-harvest Tahiti acid lime

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the use of biofilms and packaging to increase post-harvest conservation of Tahiti acid lime. The experimental design was completely randomized, with four replications in a 4 x 3 factorial (biofilm x transport packaging), considering ten fruits of acid lime per experimental unit. Biofilms were used as cassava starch (3%), corn starch (3%), gelatin (3%) and untreated control biofilms. Biofilms were dissolved in a water bath and were applied in fruits by dipping. After the fruit, with or without biofilms were packed in transport packaging: plastic crates for fruits with capacity 20 kg, cloth and burlap sack. Fruits were stored for 35 days under conditions of temperature and environment. The variable evaluated were pH, soluble solids (SS), mass loss (g) and color. The storage container of burlap sacks resulted in less weight loss when kept in local storage for later sale. The Tahiti acid lime storage can be to realized cloth sack but without it to use biofilm. It was recommend maintain the Tahiti acid lime in environment conditions during time highest of 35 days storage if the objective no lost the green epidermis color.

Key words: storage, *Citrus latifolia* Tanaka, maintenance of quality

Introdução

O mercado mundial do lima ácida Tahiti, juntamente com as áreas de produção vem se expandindo ao longo dos anos (Bremer Neto et al., 2013). No Brasil, a citricultura apresenta entre as frutas grande importância econômica, pois gera milhares de empregos diretos e indiretos, possibilitando renda de US\$ 2,0 bilhões aos produtores, cujo faturamento total da cadeia produtiva pode chegar a US\$ 14,6 bilhões (Neves et al., 2011). Isso se deve as exportações e ao mercado interno que utiliza seu fruto na forma processada (sucos e caipirinha).

Embora o Brasil seja um dos maiores produtores e exportadores mundiais de limas ácidas Tahiti, atualmente exporta apenas pequena parcela dessa produção. A exportação gira em torno de 5%, devido à falta de qualidade dos frutos, principalmente com relação à rápida perda da coloração verde da casca, que tende ao amarelecimento depois da colheita. Isso limita a abertura de novos mercados internacionais pelos produtores brasileiros desse cultivar (Nascimento & Santos, 2013).

Dessa forma, a manutenção da coloração verde da casca é extremamente desejável durante toda a vida útil de prateleira, pois quando ocorre o aparecimento da cor amarelada reduz-se a aceitação comercial. Neste intuito, deve-se atentar para qual seria a técnica de manejo pós-colheita mais apropriada para estes frutos, visando manter a qualidade proveniente do campo por maior período.

Algumas técnicas modernas vêm sendo utilizadas para aumentar a conservação de frutos, como a diminuição da pressão parcial de O₂ e CO₂, por meio da atmosfera modificada e a redução da temperatura principalmente pelo armazenamento dos frutos em câmara fria, aplicação de radiação ionizante gama, a radiação ultravioleta e o tratamento térmico (Brackmann et al., 2012). Porém, estas técnicas são de difícil aplicabilidade pelos produtores (Tremocoldi, 2011). Assim tem-se que pensar em técnicas alternativas e novas que tenha a mesma finalidade.

Dentre as técnicas, poder-se-ia utilizar aquelas que envolvem películas comestíveis nos frutos, os denominados biofilmes. Os biofilmes são elaborados à base de macromoléculas biológicas capazes de formar matriz contínua, destacando-se os biopolímeros amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno, a gelatina e as proteínas miofibrilares (Bolzan, 2008).

Dentre estas, a película de amido, pode ser alternativa com potencial de uso, por ser produto biodegradável, que não causa impacto ambiental e ainda de baixo custo (Henrique et al., 2008), assim como a fécula de mandioca e gelatina. Inclusive, trabalhos como o realizado por Souza et al. (2011) demonstraram eficácia quando incorporado em polpas de manga e de acerola, sendo o biofilme de fécula de mandioca conferindo pronunciado efeito protetor contra a oxidação lipídica, alterando as propriedades físico-químicas, mecânicas e térmicas.

Além disso, um dos fatores que influenciam para rápida deterioração destes frutos diz respeito a forma de transporte desta, principalmente quanto as embalagens utilizadas, indo desde o pomar ao local de classificação e deste ao mercado

varejista ou atacadista. O que normalmente é recomendado o uso de embalagens paletizáveis, que possa ser descartada ou reaproveitada após uso, tendo dessa forma uma infinidade de possibilidades. Desta forma, seria importante testar aquelas de menor custo-benefício, principalmente se for de fácil aquisição dentro da propriedade.

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar o uso de biofilmes e embalagens para aumentar a conservação pós-colheita da lima ácida Tahiti.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. Foram utilizados frutos de lima ácida Tahiti (*C. latifolia* Tanaka), colhidos de pomar de quatro anos em 02 de abril de 2013, da referida instituição. Os frutos foram colhidos com a coloração da epiderme totalmente verde, que é característica de comercialização. Em seguida procedeu-se a seleção de frutos sem lesões, descartando-se aqueles com presença de qual patogenicidade ou com epiderme com alguma coloração amarelada.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (biofilme x embalagem de transporte), com quatro repetições, sendo que cada unidade experimental foi constituída de dez frutos.

Foi utilizado como biofilmes a fécula de mandioca 3% amido de milho (3%), gelatina (3%) e testemunha (sem biofilme sobre a epiderme dos frutos). Os revestimentos comestíveis fécula de mandioca e amido de milho foram dissolvidos em água destilada e aquecidos em banho-maria a temperatura de 90 °C até a geleificação, sendo em seguida mantidos em repouso até o resfriamento a temperatura ambiente. As suspensões à base de gelatina incolor sem sabor foram preparadas adicionando-se ao soluto água destilada fervente, seguida de agitação até a completa dissolução. Após o resfriamento dos biofilmes, estes foram aplicados nos frutos por meio de imersão completa. Em seguida os frutos foram acondicionados em três tipos de embalagens de transporte: caixas plásticas para frutas com capacidade de 20 kg (35 x 50 x 28 cm), saco de pano (65 x 90 cm) e saco de anagem (55 x 90 cm). As embalagens foram escolhidas por serem comumente utilizadas para o transporte e comercialização da lima ácida Tahiti.

Foram separados quarenta frutos de lima ácida Tahiti, utilizadas para análise inicial do teor de pH, sólidos solúveis (°Brix), massa da matéria fresca e cor. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos permaneceram armazenados por 35 dias em condições naturais, que teve neste período temperatura máxima e mínima de 15,9 e 10,9 °C e, teor de umidade máxima e mínima de 78,4 e 72,7%, respectivamente. Após este período, foram realizadas análises do pH, sendo para isso preparada amostras utilizando-se 10 mL do suco destes acrescentados em 90 mL de água destilada. A partir desta solução foi avaliado o pH com auxílio de peagâmetro Cristol Microph 2001 (AOAC, 1997). O teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos foi analisado por meio de refratômetro digital (RTD-45), sendo os valores expressos em °Brix. A perda de massa da matéria fresca (g) comparando-se o valor obtido no primeiro ao trigésimo quinto

dia e a coloração dos frutos usando uma escala elaborada por (Henrique & Cereda, 1996), no qual classifica como nota 0 para verde intenso, 1 com verde claro, 2 em verde amarelado (com a maior porcentagem de cor verde), 3 para amarelo esverdeado (com a maior porcentagem da cor amarela), 4 com amarelo claro, 5 no amarelo intenso. A média inicial da porcentagem de cor apresentada pelos frutos foi de 1,89.

Os resultados foram previamente submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors, o que demonstrou a necessidade de transformação dos dados de perda de massa fresca, aplicando-se $\sqrt{x+1}$. Em seguida, os dados de cada variável foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($p = 0,05$), utilizando programa computacional SANEST.

Resultados e Discussão

Comparando-se as análises iniciais realizadas, antes do armazenamento, os frutos de lima ácida Tahiti apresentaram média de pH de 2,37 e SS de 8,84 °Brix, dados que corroboraram com os obtidos por Jomori (2003).

Segundo Lima et al. (1996), a redução dos teores de O_2 e consequente aumento de CO_2 , provocados pela atmosfera modificada, reduziram as perdas na acidez durante o armazenamento da goiabeira, causadas pela redução da atividade enzimática relacionada ao metabolismo respiratório. O mesmo não foi observado no presente trabalho, pois com o armazenamento percebeu-se aumento nos valores de pH nos tratamentos com uso de biofilme e redução na testemunha (Tabela 1). Além disso, o SS teve aumento com o armazenamento, independente da embalagem (Tabela 3). Quando se busca a aplicação de técnicas para conservação pós-colheita dos frutos espera-se no mínimo que as características de pH e SS sejam mantidas ao longo do tempo, fato que não foi obtido no presente trabalho.

Para o pH, analisado aos 35 dias de armazenamento, houve interação significativa entre biofilmes x embalagens utilizadas. Os frutos de lima ácida Tahiti dentro dos biofilmes, em relação ao pH, apresentaram menor acidez quando mantidas em caixas plásticas, sacos de pano e de aniagem sob revestimento de fécula de mandioca, sendo que este biofilme assemelhou-se estatisticamente ao amido de milho quando se fez o uso de saco de aniagem. Comparando-se para cada embalagem de armazenamento dentro dos biofilmes, verificou-se que o uso da caixa plástica foi a que proporcionou o maior valor de pH das frutas revestidas com fécula de mandioca, gelatina e sem

Tabela 1. pH em frutos de lima ácida Tahiti revestidas com biofilmes e diferentes embalagens, após 35 dias de armazenamento em temperatura ambiente

Biofilmes	Embalagem		
	Caixa de plástico	Saco de pano	Saco de aniagem
Fécula de mandioca	2,74 a A ⁽¹⁾	2,60 a B	2,46 a C
Amido de milho	2,40 c B	2,40 b B	2,45 a A
Gelatina	2,70 b A	2,36 c C	2,43 b B
Testemunha	2,36 d A	2,30 d B	2,27 c C
CV (%)		2,46	

⁽¹⁾Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha, diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p=0,05$)

revestimento. Por outro lado, com o uso de amido de milho como revestimento da lima ácida Tahiti a menor acidez foi obtida com o uso do saco de aniagem (Tabela 1).

Para os atributos teor de SS, perda de massa e coloração dos frutos não houve interação significativa entre os biofilmes e embalagens utilizadas. Por outro lado, o fator embalagem teve efeito significativo sobre o teor de SS e de perda de massa (Tabela 2), não ocorrendo o mesmo efeito para as demais variáveis.

As maiores médias para o teor de SS foram verificadas nos frutos acondicionados em caixas plásticas e sacos de aniagem (Tabela 2), o que é favorável para comercialização, uma vez que, aumenta-se a vida útil e a qualidade da fruta. Segundo Carmo (2004), ocorre alguns processos metabólicos relacionados ao avanço do amadurecimento dos frutos, pela dissociação de algumas moléculas e enzimas estruturais nos compostos solúveis e estes influenciam diretamente nos teores de sólidos solúveis, onde frutos que estão em avançados estádios de amadurecimento revelam teores mais elevados para essa variável.

Por outro lado, quando se utilizou o saco de aniagem como forma de conservação dos frutos de lima ácida Tahiti (Tabela 2), este proporcionou a menor perda de massa se comparado ao uso das demais formas de embalagens. Possivelmente, isto ocorreu porque com o uso desta embalagem, ocorre modificação no ambiente criando-se atmosfera modificada, que pode ter mantido por maior tempo o potencial hídrico favorável para menor perda de água do fruto para o meio.

O fator biofilme também se mostrou significativo quanto a perda de massa e cor (Tabela 3). Verificou-se maior perda de massa da matéria fresca de frutos quando revestidos com os biofilmes em comparação ao não uso de biofilmes (Tabela 3). Ressalta-se que durante a condução do experimento foi observado que o uso dos biofilmes constituídos de fécula de mandioca e amido de milho não mantiveram-se aderidos aos frutos por período maior que 15 dias, o que pode ter favorecido essa maior perda de massa (Tabela 3). Estes resultados corroboram com aqueles observados por Nunes et al. (2004), que obtiveram a maior perda de massa em pêssego recobertos com película de fécula de mandioca (2 e 3%), em

Tabela 2. Sólidos Solúveis e perda de massa e de frutos de lima ácida Tahiti em diferentes embalagens, após 35 dias de armazenamento em temperatura ambiente

Embalagem	SS (°Brix)	Perda de massa (g)
Caixa plástica	9,36 a ⁽¹⁾	156,97 a
Saco de pano	9,11 b	121,85 b
Saco de aniagem	9,35 a	106,04 c
CV (%)	3,38	3,12

⁽¹⁾Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p=0,05$)

Tabela 3. Perda de massa e cor final de frutos da lima ácida Tahiti revestidos com biofilmes, após 35 dias de armazenamento em temperatura ambiente

Biofilmes	Perda de massa (g)	Cor final
Fécula de mandioca	133,28 a	4,13 a
Amido de milho	131,05 a	4,08 ab
Gelatina	128,09 a	3,90 b
Testemunha	117,60 b	3,87 b
CV (%)	3,12	3,16

Médias com letras diferentes, minúscula na mesma coluna ($p=0,05$).

comparação aos frutos sem utilização biofilme, mesmo com os frutos armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. O mesmo também foi observado por Carvalho Filho et al. (2006) e Chiumarelli & Ferreira (2006) quando fizeram o uso de ceras comestíveis em cerejas e tomates, respectivamente. Mota et al. (2006) quando aplicou cera de carnaúba em fruto de maracujazeiro-amarelo, também obteve redução para a perda de massa fresca dos frutos.

A redução na perda de massa dos frutos pode estar relacionada com a taxa de transpiração de água dos materiais e da embalagem (Nurten, et al., 2015), sendo isso não desejável durante o período pós-colheita, uma vez que, reduz o valor agregado pelo mesmo, já que o fruto é comercializado por sua massa, como também acelera o processo de deterioração.

Supõe-se que os biofilmes apesar de diminuírem as trocas de umidade com o meio externo, possam durante o processo de secagem e formação da película terem extraídos também a umidade da epiderme dos frutos, o que proporcionou as menores médias para a massa da matéria fresca.

A coloração final dos frutos foi influenciada pelo uso de biofilmes (Tabela 3), tendo a fécula de mandioca e o amido de milho cores mais amareladas, sendo apenas a fécula significativamente diferente da testemunha e da gelatina. Apesar disso, mesmo se a cor da lima ácida Tahiti na testemunha estivesse próximo do amarelo claro aos 35 dias, já é possível considerá-lo como aspecto depreciado para o consumo. Resultados semelhantes foram observado por Ribeiro et al. (2009), na cor da casca de mangas Tommy Atkins, caracterizadas por aumento da nota de 1,5, que é de coloração verde, coloração inicial, para 3,8 que a descreve como amarelo alaranjado, ao final do armazenamento, sendo independentes da aplicação dos revestimentos, variação essa é explicada pela degradação da clorofila.

O que se percebeu no presente trabalho foi que os frutos de lima ácida Tahiti, aos 35 dias de armazenamento nas condições de temperatura e umidade ambiente já tinham aspecto de coloração imprópria para sua comercialização, independente do tratamento com biofilme e embalagem utilizada. Isso demonstra a necessidade da realização de outros estudos que reduzam o desverdecimento, como o uso de atmosfera controlada com refrigeração ou da aplicação de produtos que retardem a ação das enzimas responsáveis pela degradação da clorofila na epiderme dos frutos.

Conclusões

O armazenamento da lima ácida Tahiti pode ser realizada em embalagem de sacos de anagem, porém sem o revestimento desta com biofilme. Não é aconselhado manter a lima ácida Tahiti em condições naturais por mais de 35 dias de armazenamento caso não se tenha finalidade o desverdecimento.

Literatura Citada

- Association of the Official Analytical Chemists International - AOAC. Official methods of analysis of the Association of the Official Analytical Chemists International. 16.ed.. Washington: Patricia Cunniff, 1997. v.2, cap. 37.
- Bolzan, R. P. Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate Dominador. Universidade Federal do Paraná. 2008. 167p. Dissertação Mestrado. <<http://hdl.handle.net/1884/16990>>. 10 Abr. 2015.
- Brackmann, A.; Anese, R. O.; Both, V.; Thenes, F. R.; Fronza, D. Atmosfera controlada para armazenamento de goiaba cultivar Paluma. Revista Ceres, v.59, n.2, p.151-156, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200001>>.
- Bremer Neto, H.; Mourão Filho, F. A. A.; Stuchi, E. S.; Espinoza-Nuñez, E.; Cantuarias-Avilés, T.; The horticultural performance of five “Tahiti” lime selection grafted onto ‘Swingle’ citrumelo under irrigated and non-irrigated conditions. Scientia Horticulturae, v.150, p.181-186, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2012.10.010>>.
- Carmo, A. S. Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004. 127p. Tese Doutorado. <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000357460>>. 10 Abr. 2015.
- Carvalho Filho, C. D. C.; Honório, S. L.; Gil, J. M. Qualidade pós-colheita de cerejas cv. Ambrunés utilizando coberturas comestíveis. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.2, p.180-184, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000200006>>.
- Chiumarelli, M.; Ferreira, M. D. Qualidade pós-colheita de tomates ‘Débora’ com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. Horticultura Brasileira, v.24, n.3, p.381-385, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000300023>>.
- Henrique, C. M.; Cereda, M. P. Película de fécula de mandioca na conservação pós colheita de limão Siciliano (*Citrus limon* (Burn)) desverdecido. In: Congresso Latino Americano de raízes, 1., 1996, São Pedro. Anais... Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1996. p.131.
- Henrique, C. M.; Cereda, M. P.; Sarmiento, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir do amido modificado de mandioca. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, n.1, p.231-240, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000100033>>.
- Jomori, M. L.; Kluge, R. A.; Jacomino, P. A.; Tavares, T. Conservação refrigerada de lima ácida ‘tahiti’: uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. Revista Brasileira de Fruticultura, v.25, n.3, p.406-409, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000300011>>.
- Lima, L. C. de O.; Scalon, S. de P. Q.; Santos, J. E. S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica*) cv. ‘Haden’ embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. Revista Brasileira de Fruticultura, v.18, n.1, p.55-63, 1996.
- Mota, W. F.; Salomão, L. C. C.; Neres, C. R. L.; Mizobutsi, G. P.; Neves, L. L. M. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefinico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.2, p.190-193, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000200008>>.
- Nascimento, L. M.; Santos, P. C. Controle de doenças fúngicas e de danos por frio em pós-colheita de lima ácida Tahiti. Arquivos do Instituto Biológico, v.80, n.2, p.193-205, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-16572013000200008>>.

- Neves, M. F.; Trombin, V. G.; Milan, P.; Lopes, F. F.; Cressoni, F.; Kalaki, R. O retrato da citricultura brasileira. São Paulo: Citrus BR, 2011. 138p.
- Nunes, E. E.; Vilas Boas, B. M.; Carvalho, G. L.; Siqueira, H. H.; Lima, L. C. O. Vida útil de pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. *Fruticultura Brasileira*, v.26, n.3, p.438-440, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452004000300016>>.
- Nurten, S.; Mustafa, E. The effects of modified and palliflex controlled atmosphere storage on postharvest quality and composition of 'Istanbul' medlar fruit. *Postharvest Biology and Technology*. *Postharvest Biology and Technology*, v.99, p.9-19, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.07.004>>.
- Ribeiro, T. P.; Lima, M. A. C.; Trindade, D. C. G.; Santos, A. C. N.; Amariz, A. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n.2, p.343-351, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200008>>.
- Souza, C. O.; Silva, L. T.; Silva, J. R.; Lopez, J. A.; Veiga-Santos, P.; Druzian, J. I. Mango and acerola pulps as antioxidant additives in cassava starch bio-based film. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.59, n.6, p.2248-2254, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1021/jf1040405>>.
- Tremocoldi, M. A. Atividade antioxidante: compostos fenólicos totais e cor em abacate 'hass' submetido a diferentes tratamentos físicos. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2011. 113p. Dissertação Mestrado. <<http://acervodigital.unesp.br/handle/unesp/175785>>. 22 Abr. 2015.