

Coberturas biodegradáveis aplicadas em limão Taiti (*Citrus aurantifolia*) e sua influencia na preservação de ácido ascórbico**Biodegradable coverings applied to Taiti lemon (*Citrus aurantifolia*) and its influence on the preservation of ascorbic acid**

DOI:10.34117/bjdv6n6-551

Recebimento dos originais:08/05/2020

Aceitação para publicação:24/06/2020

Raísa Crepaldi de Faria

Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituição: Instituto de Biociências, Letras e Ciência Exatas (IBILCE)

Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth, São Jose do Rio Preto/SP, Brasil

E-mail: raisacrepaldi@gmail.com

Karina Sayuri Ueda

Mestranda em Ciência e tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

Endereço: Rodovia Itanhum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil

E-mail: Karina-ueda@hotmail.com

Amanda Soares Godoi

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

Endereço: Rodovia Itanhum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil

E-mail: amandagodoi2@gmail.com

Maycon dos Santos

Doutorando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

Endereço: Rodovia Itanhum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil

E-mail: mayconmsdosantos@gmail.com

Igor Gabriel Silva Oliveira

Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

Endereço: Rodovia Itanhum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil

E-mail: igorgabrielso@hotmail.com

Farayde Matta Fakhouri

Doutora em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Endereço: Rodovia Itanhum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil
E-mail: faraydematta@ufgd.edu.br

Ellen Silva Lago Vanzela

Doutora em Engenharia e Ciencia de Alimentos pelo Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Instituição: Instituto de Biociências, Letras e Ciência Exatas (IBILCE)
Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth, São Jose do Rio Preto/SP, Brasil
E-mail: ellen.sl.vanzela@unesp.br

Silvia Maria Martelli

Doutora em Biomateriais pela Universidade de Pisa (UNIFI)
Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Endereço: Rodovia Itanhum, Km 12, Cidade Universitária, Dourados/MS, Brasil
E-mail: silviamartelli@ufgd.edu.br

RESUMO

Frutas cítricas, como o limão (*Citrus aurantifolia*), têm sua vida útil e qualidade afetadas por reações catabólicas, levando à perda de água e mudanças físicas químicas que contribuem para a redução da qualidade. Para prolongar o prazo de validade e retardar a senescência destes produtos, os filmes comestíveis são utilizados como biomateriais de revestimento avançados. Tais revestimentos podem ser formados na superfície do próprio alimento e feitos a partir de diferentes tipos de materiais biológicos, tais como gelatina e amido, podendo ser incorporado agentes antimicrobianos e de reforço. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de coberturas de gelatina e amido na vida de prateleira dos limões. Os frutos foram colhidos em estágio fisiológico verde claro e tratados com diferentes concentrações de gelatina e amido com compostos bioativos: nanocristais de celulose (CNC) e sorbato de potássio. Um total de 7 tratamentos foram preparados. Após o tratamento, os frutos foram mantidos em refrigeração (20 ° C, 60-70% UR) por um período de 13 dias, em intervalos de cerca de três dias, foram analisados parâmetros físicos e químicos como ácido ascórbico. A cobertura que apresentou melhor aceitação pelo consumidor foi a T6, contendo 75% de Gelatina + 25% de Amido + 0,5% de CNC + 10% de glicerol (p/p). Os produtos selecionados têm baixo custo e alta biocompatibilidade, aplicáveis à indústria como materiais otimizados e comerciais.

Palavras Chaves: Coberturas biodegradáveis, limão Taiti e ácido ascórbico.

ABSTRACT

Citrus fruits, such as lemon (*Citrus aurantifolia*), have their shelf life and quality affected by catabolic reactions leading to loss of water and physico-chemical changes that contribute to the reduction of quality. In order to extend shelf life and delay the senescence of these products, edible films can be used as advanced coating biomaterials. Such coatings may be formed on the food surface and made from different types of biological materials, such as gelatin and starch, and antimicrobial and reinforcing agents may be incorporated. From this out, the objective of this study was to evaluate the influence of gelatin and starch coatings on the shelf life of lemons.

The fruits were harvested in a light green physiological stage and treated with different concentrations of gelatin and starch coatings with bioactive compounds: cellulose nanocrystals (CNC) and potassium sorbate. A total of 7 treatments were prepared. After treatment, the fruits were kept in refrigeration (20 °C, 60-70% RH) for a period of 13 days, at intervals of about three days, physical and chemical parameters such as ascorbic acid. The coverage that presented the best acceptance by the consumer was T6, containing 75% Gelatin + 25% Starch + 0.5% CNC + 10% glycerol (w/w). The selected products have low cost and high biocompatibility, applicable to the industry as optimized and commercial materials.

Key words: Biodegradable coverings, Tahiti lemon and ascorbic acid.

1 INTRODUÇÃO

As frutas cítricas constituem um dos maiores produtos cultivado e amplamente comercializado no mundo. Acredita-se que sua origem vem do sudeste da Ásia e se espalhou por todos os continentes. Estas frutas constituem uma importante fonte de vitamina C. Nos últimos 30 anos, o consumo de frutas cítricas aumentou, sendo na América do Norte o maior consumo per capita, seguido da América do Sul e Europa (MATHEYAMBATH, PADMANABHAN, PALIYATH, 2016; FAO, 2003). A produtividade brasileira é alta, no ano de 2016 foi coletado cerca de 1.180.271 toneladas de limão, de uma área estimada de 46.078 ha (hectares) (CARVALHO, 2017).

A fim de obter produtos de melhor qualidade para a comercialização, é necessário cuidados com o manejo pós colheita, mantendo alta qualidade das frutas, aumentando sua vida de prateleira e reduzindo perdas de produção. Em geral, as perdas pós-colheita ocorrem por origem física, transporte, manuseio e embalagem pós-colheita, origem fisiológica ou patológica, lesões de casca, infecção fúngica, que podem estar associadas a perdas diretas (PALOU, VALENCIA-CHAMORRO, PÉREZ-GAGO, 2015).

Filmes baseados em polímeros naturais e comestíveis são um grupo de embalagens importantes, utilizados principalmente para prolongar a vida de prateleira e a qualidade dos alimentos, evitando mudanças significativas nas características essenciais do produto com aroma, sabor e textura (DEHGHANI, 2008). Outras funções foram introduzidas em embalagem ativa, incluindo eliminação de oxigênio, atividade antimicrobiana, controle da atmosfera, comestibilidade e biodegradabilidade (JIA *et al*, 2017). Filmes comestíveis podem ser preparados a partir várias fontes predominantemente naturais, tais como proteínas, polissacarídeos, lipídios, gomas ou a combinação desses componentes (AL-HASSAN; NORZIAH, 2012. HASSAN *et al*, 2017).

A gelatina é uma proteína solúvel em água, obtida através da hidrólise ácida ou alcalina do colágeno, é um biopolímero de interesse, pois é uma matéria-prima abundante, de custo relativamente baixo, e com excelentes propriedades. (PARK *et al*,2014). A gelatina pode formar coberturas/filmes transparentes, flexíveis, fortes, impermeáveis ao oxigênio quando moldada a partir de soluções aquosas na presença de plastificantes.(LACROIX, VU, 2014).

O amido é o principal constituinte de leguminosas e cereais, contendo cerca de 25% de amilose e 75% de amilopectina, cuja composição varia de acordo com a matriz de amido utilizada. Os amidos são matérias-primas muito atrativas para embalagens comestíveis, devido ao seu baixo custo, renovabilidade e biodegradabilidade (PARK *et al*,2014).

Os filmes de amido com misturas de gelatina foram estudados por diferentes autores, que relatam vantagens em termos de propriedades de barreira ao oxigênio e vapor de água, comportamento mecânico e parâmetros ópticos, entre outros (HASSAN *et al*, 2017; ACOSTA *et al*, 2016; ARIAS *et al*, 2016)

O sorbato de potássio é um conservante alimentar amplamente utilizado. A solução aquosa de sorbato tem sido descrita várias vezes como alternativa de tratamento pós-colheita de frutas cítricas, combinadas ou não, com fungicidas sintéticos e/ou com aquecimento, a fim de aumentar a eficácia do tratamento (MONTESINOS-HERRERO *et al*, 2009; PARRA, ORIHUEL-IRANZO, 2014). Pode ser incorporado em ceras comerciais como um método alternativo para o controle da decomposição por ser considerado substância segura pelo FDA (2017).

Os nanocristais de celulose são partículas renováveis, que podem exibir propriedades antimicrobianas (FDA, 2017), além de melhorar as propriedades físicas e de barreira de coberturas alimentícias, preservando também cor e sabor. (WEISS, TAKHISTOV, MCCLEMENTS, 2006; SINGH *et al*, 2017).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de coberturas comestíveis de gelatina e amido incorporados ou não de nanocristais de celulose, na vida de prateleira dos limões através de análises como teor de ácido ascórbico ao longo do período de estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

Os materiais utilizados foram: Gelatina tipo A, Bloom 240, GAP 6, fornecida pela indústria Leiner Davis Gelatin, amido de batata comercial, glicerol P.A. Sigma-Aldrich, nanocristais de celulose (CNC) extraídos da vagem de soja e sorbato de potássio P.A. Synth Os

limões (*Citrus aurantifolia*) foram obtidos de uma plantação localizada no município de Dourados - MS, Brasil.

2.2 PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO FILMOGÊNICA

A solução filmogênica de gelatina foi obtida pela hidratação de 10g de gelatina em 100mL de água destilada por 1h em temperatura ambiente. Após este período, a solução foi aquecida a 70 ° C e mantida a esta temperatura durante 10 min. O plastificante (glicerol) (100 g / kg de gelatina) foi então adicionado com agitação suave constante para evitar bolhas de ar e desnaturação da gelatina. As soluções de amido foram obtidas por dispersão de 5 g de amido de batata em 100 mL de água destilada. Após dispersão completa, adicionaram-se 100 g / kg (para cada grama de amido, 0,1 g de plastificante) de plastificante (glicerol). A solução resultante foi aquecida a 70 ° C durante 10 min sob agitação constante (FAKHOURI *et al*, 2015).

As misturas gelatina / amido e materiais bioativos foram preparados com as soluções base preparadas. Tabela 1

Tabela 1. Composição para cada concentração de cobertura.

Código amostra	da Gelatina (10g/100mL)	Amido (5g/100mL)	Sorbato Potássio	de Nanocristais de celulose (CNC) ¹	de Plastificante (glicerol) ¹
T1	Controle (água destilada)				
T2	75%	25%	-	-	10%
T3	50%	50%	-	-	10%
T4	75%	25%	2% (v/v)	-	10%
T5	50%	50%	2% (v/v)	-	10%
T6	75%	25%	-	0,5% (v/v)	10%
T7	50%	50%	-	0,5% (v/v)	10%

¹Porcentagem em relação a massa de macromolécula.

Para a produção de CNC a partir de fibra de vagem de soja, o material foi moído. Inicialmente 10 gramas de fibras foram submersas em 200 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) (5% v/v) durante um período de 4 horas sob agitação e temperatura. Após este período, a solução foi filtrada e lavada a pH 7,0. Subsequentemente, a amostra foi tratada com peróxido alcalino contendo uma solução combinada de NaOH (5% p/p) + peróxido de hidrogênio (H₂O₂ 30v) (1: 1) durante 1 hora a 50 ° C, a etapa foi repetida duas vezes. A solução foi filtrada e lavada a pH 7,0. O material foi então seco em estufa com circulação de ar a 50 ° C.

A extração CNC foi realizada utilizando o material fibroso tratado (fibra branqueada). Foi utilizada uma razão de 1g a 20 ml de ácido sulfúrico a 60% (p/p) durante 60 minutos a 35°C sob agitação vigorosa. Após o tempo definido a reação de hidrólise foi interrompida e a amostra foi centrifugada até a suspensão do CNC, a solução suspensa foi dialisada por 72 horas.

2.3 RECOBRIMENTO DOS LIMÕES

Os limões foram colhidos no estágio "verde maduro", lavados e higienizados com solução de hipoclorito de sódio na concentração estipulada pelo fabricante. A seleção para a formação dos lotes foi feita por meio da coloração das frutas, como índice de maturação, presença de machucados na fruta e o tamanho, de maneira a estabelecer um lote homogêneo. Todos os limões que não se encaixavam no padrão estabelecido foram descartados. Foram separados sete lotes contendo 35 limões cada.

Os frutos foram revestidos pela técnica de imersão, permanecendo por 1 minuto na solução filmogênica. Após esse período, eles foram suspensos pelo pedúnculo para secagem e remoção do excesso de cobertura. Os frutos foram secos a temperatura ambiente (25°C) por 24 horas. Após a secagem, os frutos foram colocados em bandejas plásticas abertas e mantidos sob refrigeração a uma temperatura de 5°C ± 2°C para o estudo de vida útil de 13 dias, com retiradas de amostras no 1°, 4°, 7°, 10°, 13° dia do experimento, com rotação aleatória das bandejas.

2.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO

O teor de ácido ascórbico foi determinado por titulação direta com iodo (ZENEBON, PASCUET, TIGLEA, 2008). Para isto, usou-se 20mL de suco dos limões que foram homogeneizados e adicionados a 90mL de solução de ácido oxálico a 2% m/v. O amido foi usado como indicador da titulação. A solução foi diretamente titulada com soluções padronizadas de iodo (0,1 N) até a mudança de cor do indicador. O teor de ácido ascórbico foi calculado de acordo com o volume de titulação do iodo e os resultados foram expressos em mg/100g de peso fresco. Todas as amostras foram analisadas em triplicata.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vitamina solúvel em água mais representativa contida no suco cítrico é o ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado pelo método da iodometria e os dados obtidos para cada amostra podem ser observados na Tabela 2. Os valores obtidos em média mostraram um aumento durante o período de

armazenamento dos limões. O tratamento 4, contendo 75% de Gelatina + 25% de Amido + 2% de Sorbato (m/m), apresentou a menor retenção de ácido ascórbico durante os períodos analisados, cerca de 28,11 mg / 100g amostra, menor que os tratamentos T1 (29,15 mg/100g amostra). T2 (29,05mg/100g amostra) e T3 (30,09mg/100g amostra), o tratamento com maior retenção média de ácido ascórbico foi T7 (32,64mg/100g amostra), seguido por T5 (31,50mg/100g amostra) e T4 (31,03mg/100g amostra). Este fato indica que os tratamentos com 50% de Amido / Gelatina + 2% de Sorbato (m/m), bem como os tratamentos 75% de Gelatina + 25% de Amido + 0,5% de CNC (m/m) e 50% de Amido/Gelatina + 5 % CNC (m/m) são eficientes na preservação do ácido ascórbico dos frutos.

Table 2. Teor de ácido ascobico em mg/100g amostra.

	1º dia	4º dia	7º dia	10º dia	13º dia
T1	32,5472 ^{aAB}	21,2264 ^{bA}	28,3019 ^{aC}	32,5472 ^{aA}	31,1321 ^{aBC}
T2	25,4717 ^{bBC}	28,3019 ^{bA}	26,4151 ^{bC}	28,3019 ^{bA}	36,7925 ^{aABC}
T3	33,9623 ^{aA}	25,4717 ^{bA}	30,1887 ^{abC}	29,7170 ^{abA}	31,1321 ^{abBC}
T4	25,4717 ^{bBC}	28,3019 ^{aA}	24,5283 ^{bC}	32,5472 ^{aA}	29,7170 ^{abC}
T5	26,8868 ^{cAC}	28,3019 ^{bA}	30,1887 ^{bC}	33,9623 ^{abA}	38,2076 ^{aAB}
T6	24,0566 ^{bC}	24,0566 ^{bA}	43,3962 ^{aA}	26,8868 ^{bA}	36,7925 ^{aAC}
T7	25,4717 ^{dBC}	28,3019 ^{cA}	35,8491 ^{abB}	32,5472 ^{bcA}	41,0377 ^{aA}

Colunas: classificação com letras minúsculas; Linhas: Classificação com letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. O teste de Tukey foi aplicado a um nível de probabilidade de 5%.

As porcentagens obtidas durante o estudo estão dentro do limite aceitável para frutas cítricas. Frutas cítricas são conhecidas como excelentes fontes alimentares de vitamina C (ácido ascórbico) e podem fornecer ao corpo um conteúdo de 23 a 83mg por 100g de peso fresco em média. Um fenômeno interessante relacionado ao teor de ácido ascórbico é a possível elevação dos níveis devido à concentração promovida pela perda de massa do fruto, bem como sua redução com o processo de maturação, uma vez que os mecanismos de oxidação deste composto são utilizados como substrato para respiração nos frutos (MATHEYAMBATH, PADMANABHAN, PALIYATH, 2016).

4 CONCLUSÃO

Neste estudo, considerando os resultados obtidos, foi possível demonstrar que coberturas comestíveis são capazes de prolongar a vida de prateleira, mantendo a qualidade dos limões sob refrigeração, ainda é possível verificar que o processo de revestimento utilizado com

combinações de amido de batata e gelatina foi eficaz para manter as concentrações de ácido ascórbico dentro dos limites aceitáveis para frutas cítricas.

Estudos de continuidade envolvendo a temperatura ambiente para eliminar os custos relacionados ao uso de energia e pesquisas sobre o uso de aditivos antimicrobianos são cada vez mais promissores, para melhorar a qualidade de vida de prateleira, a segurança e a funcionalidade das frutas. Os produtos selecionados possuem baixo custo e alta biocompatibilidade, aplicáveis ao setor como materiais otimizados e comerciais.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, S.; CHIRALT, A.; SANTAMARINA, P.; ROSELLO, J.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHÁFER, M. Antifungal films based on starch-gelatin blend, containing essential oils. **Food Hydrocoll.**, 61, 233–240 DOI: 10.1016/J.FOODHYD.2016.05.008, 2016.
- AL-HASSAN, A. A.; NORZIAH, M. H. Starch–gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. **Food Hydrocoll.**, 26 (1), 108–117 DOI: 10.1016/J.FOODHYD.2011.04.015, 2012.
- ARIAS, L. V. A.; SILVA, V. DE S.; MARTELLI, S.; MEI, L. H. I.; FAKHOURI, F. M.; OLIVEIRA, R. A. DE. **Use of edible coating in post-harvest preservation of lemon (citrus aurantifolia)**. In 6th International Conference on Biobased and Biodegradable Polymers; 2016.
- CARVALHO, C. de (Org. . **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2017**), Santa Cruz.; Santa Cruz do Sul, 2017.
- DEGHANI, S.; HOSSEINI, S. V.; REGENSTEIN, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chem.**, 240, 505–513, 2018.
- FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biol. Technol.**, 109, 57–64 DOI: 10.1016/J.POSTHARVBIO.2015.05.015, 2015.
- FAO. Medium-term prospects for agricultural commodities: Citrus fruit; **Food And Agriculture Organization Of The United Nations**, Ed.; Rome, 2003.
- FDA. **Alphabetical List of Approved GRAS Substances Evaluated by SCOGS** <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/cfc/xmlservice.cfc?method=downloadxls&set=scogs>. (accessed Dec 18, 2017).

- HASSAN, B.; CHATHA, S. A. S.; HUSSAIN, A. I.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *Int. J. Biol. Macromol.*, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097, 2017.
- JIA, B.; FAN, D.; LI, J.; DUAN, Z.; FAN, L. Effect of Guar Gum with Sorbitol Coating on the Properties and Oil Absorption of French Fries. *Int. J. Mol. Sci.*, 18 (12), 2700 DOI: 10.3390/ijms18122700, 2017.
- LACROIX, M.; VU, K. D. Edible Coating and Film Materials. In *Innovations in Food Packaging*; Elsevier; pp 277–304, 2014.
- MATHEYAMBATH, A. C.; PADMANABHAN, P.; PALIYATH, G. Citrus Fruits. In *Encyclopedia of Food and Health*; Elsevier, pp 136–140, 2016.
- MONTESINOS-HERRERO, C.; DEL RÍO, M. Á.; PASTOR, C.; BRUNETTI, O.; PALOU, L. Evaluation of brief potassium sorbate dips to control postharvest penicillium decay on major citrus species and cultivars. *Postharvest Biol. Technol.*, 52 (1), 117–125 DOI: 10.1016/j.postharvbio.2008.09.012, 2009.
- PALOU, L.; VALENCIA-CHAMORRO, S.; PÉREZ-GAGO, M. **Antifungal Edible Coatings for Fresh Citrus Fruit: A Review**. *Coatings*, 5 (4), 962–986 DOI: 10.3390/coatings5040962, 2015.
- PARK, H. J.; BYUN, Y. J.; KIM, Y. T.; WHITESIDE, W. S.; BAE, H. J. Processes and Applications for Edible Coating and Film Materials from Agropolymers. In *Innovations in Food Packaging*; Elsevier; pp 257–275, 2014.
- PARRA, J.; RIPOLL, G.; ORIHUEL-IRANZO, B. Potassium sorbate effects on citrus weight loss and decay control. *Postharvest Biol. Technol.*, 96, 7–13 DOI: 10.1016/J.POSTHARVBIO.2014.04.011, 2014.
- SINGH, T.; SHUKLA, S.; KUMAR, P.; WAHLA, V.; BAJPAI, V. K. Application of Nanotechnology in **Food Science: Perception and Overview**. *Front. Microbiol.*, 8, 1501 DOI: 10.3389/fmicb.2017.01501, 2017.
- WEISS, J.; TAKHISTOV, P.; MCCLEMENTS, D. J. Functional Materials in Food Nanotechnology. *J. Food Sci.*, 71 (9), R107–R116 DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00195.x, 2006.
- ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz**: São Paulo, p.1020, 2008.