

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E BIOQUÍMICA DE GOIABAS ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO E ATMOSFERA MODIFICADA

Chemical and biochemical characterization of guavas stored under refrigeration and modified atmosphere

Mariana Teixeira Rodrigues Vila¹, Luiz Carlos de Oliveira Lima², Eduardo Valério de Barros Vilas Boas², Ellen Toews Doll Hojo¹, Luiz José Rodrigues³, Nélio Ranieli Ferreira de Paula³

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o uso de biofilmes de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. As frutas foram imersas nas concentrações de 2, 3 e 4% de fécula de mandioca e armazenadas sob refrigeração ($9\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 5\%$ UR), durante 20 dias. O biofilme, nas concentrações de 3 e 4%, de fécula de mandioca foi efetivo em retardar o amadurecimento de goiabas proporcionando maior teor de açúcares não-redutores e de vitamina C, menor teor de açúcares totais, açúcares redutores, pectina solúvel, percentual de solubilização e menor atividade de pectinametilesterase e poligalacturonase. A aplicação de biofilme de fécula de mandioca, na superfície de goiabas (*Psidium guajava* L.), apresentou-se como uma alternativa viável à sua conservação.

Termos para indexação: *Psidium guajava*, armazenamento, filmes comestíveis, pós-colheita, caracterização química e bioquímica.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the use of cassava starch biofilms in the maintenance postharvest quality of guavas 'Pedro Sato'. The fruits were soaked in the concentrations of 2, 3 and 4% of cassava starch and stored under refrigeration ($9\pm 1^\circ\text{C}$ and $90\pm 5\%$ RH) for 20 days. The biofilm at the concentration of 3 and 4% of cassava starch was more effective in delaying the ripening of guavas promoting higher levels of non-reducing sugars and vitamin C content and lower concentration of total and reducing sugars, soluble pectin content, percentage of solubilization, pectinmetylesterase and polygalacturonase activity. Application of biofilms on to guavas fruit (*Psidium guajava* L.) surface presents itself as a viable alternative in their conservation.

Index terms: *Psidium guajava*, stored, edible coating, postharvest, chemical and biochemical characterization.

(Recebido em 3 de maio de 2004 e aprovado em 14 de agosto de 2006)

INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma fruta de origem tropical que apresenta intensa atividade metabólica, tornando-se altamente perecível, entrando em senescência rapidamente após o amadurecimento. Logo, é extremamente importante a adoção de técnicas que venham minimizar o seu intenso metabolismo, visando a redução de perdas pós-colheita e a ampliação do período de conservação, proporcionando a comercialização de frutas de excelente qualidade, tanto sensorial quanto nutricional, especialmente para o consumo *in natura*.

Para tanto, existem vários métodos de conservação destacando-se, além da refrigeração, a atmosfera modificada, amplamente utilizada na preservação da qualidade produtos vegetais, contribuindo para o decréscimo de perdas pós-colheita, através da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial.

O uso de ceras como modificador da atmosfera, apesar de ser efetivo na conservação de frutos e hortaliças, apresenta o inconveniente de deixar efeito residual sobre os mesmos, além ter um custo elevado (OLIVEIRA, 1996). Em contrapartida, o estudo do envolvimento de frutas e hortaliças em biofilmes comestíveis, tem sido, então, uma alternativa para promover a atmosfera modificada.

A fécula de mandioca tem sido citada como a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutas e hortaliças comercialmente atrativas e, não sendo tóxica, pode ser ingerida juntamente com o produto. O biofilme de fécula de mandioca é facilmente removido com água e apresenta-se como um produto comercial de baixo custo (CEREDA et al., 1995).

¹Mestre – Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – dca@ufla.br, rodrigues.lui3@uol.com.br, nelioraniel@yahoo.com.br

²Doutor, Professor Associado – Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lcolima@ufla.br, evbvboas@ufla.br

³Mestre – Laboratório de Biotecnologia – Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia – Escola de Agronomia, Estrada do Bem Querer, Km 4 – 45035-510 – Vitória da Conquista, BA – ellendollhojo@yahoo.com.br

A obtenção do biofilme (película) de fécula de mandioca baseia-se no princípio da geleificação do amido, que ocorre acima de 70° C, com excesso de água. A fécula gelatinizada que se obtém, quando resfriada, forma películas devido às suas propriedades de retrogradação. Na retrogradação, pontes de hidrogênio são formadas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película (OLIVEIRA, 2000).

Portanto, a fécula de mandioca pode representar uma alternativa potencial à elaboração de biofilmes a serem usados na conservação de frutas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de biofilme de fécula de mandioca, em diferentes concentrações, na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas a 9± 1°C e 90± 5% UR.

MATERIAL E MÉTODOS

As goiabas foram colhidas no município de Vista Alegre do Alto – SP, situado na latitude 21° 10'S e longitude 48° 21'W, nas primeiras horas da manhã, selecionadas e transportadas, imediatamente, ao Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA, em Lavras - MG.

As goiabas cv. Pedro Sato foram selecionadas quanto ao tamanho, cor e ausência de injúrias, proporcionando maior uniformidade, totalizando 300 frutos com peso médio de 152g ± 15g, diâmetro transversal e longitudinal de 6,62 ± 0,34 e 7, 68 ± 0,26 cm, respectivamente, e coloração da casca verde. Foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L⁻¹ (cloro livre) pH 7,0 por 15 minutos. Em seguida, o excesso de solução foi drenado e os frutos secos ao ar, em temperatura ambiente. Os frutos foram recobertos com biofilme de fécula de mandioca, deixando uma parcela sem recobrimento, constituindo-se o tratamento controle.

O biofilme foi preparado a partir da suspensão da fécula de mandioca comercial em 2 L de água destilada. Para se obter as concentrações propostas do biofilme, utilizaram-se as seguintes quantidades de fécula de mandioca: 0% biofilme (controle); 2% biofilme – 40g; 3% biofilme – 60g; 4% - 80g (material seco). As suspensões foram aquecidas à 70°C, com agitação constante, até a geleificação da fécula, o que ocorreu entre 15 a 20 min, aproximadamente, e em seguida, deixada em repouso até resfriamento à temperatura ambiente (25°C). As frutas foram imersas por 1 minuto e colocadas em bancadas, até secarem naturalmente. As goiabas foram acomodadas em bandejas de poliestireno e armazenadas em câmara refrigerada a 9± 1°C e 90± 5% UR.

As variáveis analisadas foram: açúcares totais (AT), redutores (AR) e não redutores (ANR) extraídos pelo método Lane-Enyon, citado pelo AOAC (1992) e doseamento segundo a técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944); pectina total (PT) e solúvel (PS), extraídas de acordo com McCready & McComb (1952), e determinadas colorimetricamente pela reação do carbazol, seguindo a técnica Bitter & Muir (1962). O percentual de solubilização foi obtido através da equação % solubilização: PS/PT x 100; a atividade da enzima pectinametilesterase (PME) foi determinada de acordo com a técnica descrita por Jen & Robinson (1984), utilizando-se como substrato uma solução de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2 N, pH 7,0, à temperatura ambiente. A unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como sendo a quantidade de enzima capaz de catalizar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nanomol de NaOH, por minuto, nas condições do ensaio; a atividade da enzima poligalacturonase (PG) foi determinada segundo Markovic et al. (1975), e consistiu na hidrólise de substâncias pécticas e doseamento de grupos redutores, através da técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944). A unidade de atividade enzimática (UAE) foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de nanomol de açúcar redutor, por minuto de polpa, nas condições do ensaio e teor de ácido ascórbico determinado por colorimetria com 2,4 dinitrofenilhidrazina (STROHECKER & HENNING 1967).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), compondo um esquema fatorial 4 x 5, em que se estudou a concentração do biofilme de fécula de mandioca (0%, 2%, 3% e 4%) e os períodos de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20 dias), respectivamente. A parcela experimental foi composta por 5 frutos, correspondente a uma bandeja e foram utilizadas 3 repetições. Os resultados observados, para cada variável, foram submetidos a análises de variância e às médias de aplicação de biofilme, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a descrição das variáveis, em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão e os modelos de regressão polinomial foram selecionados, observando a significância do teste F, para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão detectou aumento linear no conteúdo de açúcares solúveis totais (AST), em todos os tratamentos, durante o armazenamento (Figura 1).

Entretanto, os frutos envolvidos com os biofilmes com 3 e 4% de fécula de mandioca apresentaram esta evolução menos acentuada, sendo tais tratamentos efetivos na manutenção dos teores de AST, proporcionando as menores médias na polpa das goiabas, a partir do 10º dia de armazenamento (Tabela 1), sugerindo que, nos frutos dos demais tratamentos, houve um metabolismo mais intenso.

Chitarra & Chitarra (1990) relatam que, aumento nos teores de AST, pode ocorrer por causa da hidrólise de amido, desidratação dos frutos e degradação de polissacarídeos da parede celular.

A análise de regressão evidenciou um aumento linear no teor de açúcares redutores (AR), em todos os tratamentos, com o armazenamento (Figura 2). Entretanto, a associação da atmosfera modificada com refrigeração promoveu menor evolução desse processo, mostrando melhor conservação das goiabas, envolvidas em biofilmes com 3 e 4% de fécula de mandioca, observando-se as menores médias de AR, notadamente a partir 10º dia de armazenamento (Tabela 1).

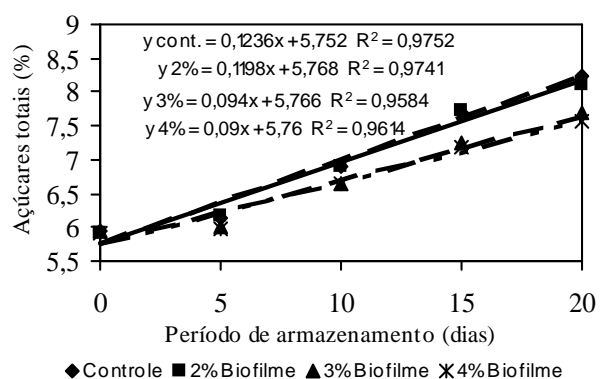


FIGURA 1 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de açúcares solúveis totais de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a 9° C ± 1° C e 90% ± 5% UR, por 20 dias.

TABELA 1 – Valores médios de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e vitamina C (Vit. C) em goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilme de fécula de mandioca, armazenadas a 9° C ± 1° C e 90% UR ± 5%, por 20 dias.

Variáveis tratadas	Período de armazenamento (dias)					
	0	5	10	15	20	
AST (%)	Controle	5,93 a	6,15 a	6,91 b	7,71 b	8,24 b
	2%	5,93 a	6,16 a	6,91 b	7,73 b	8,12 b
	3%	5,93 a	6,01 a	6,64 a	7,25 a	7,68 a
	4%	5,93 a	5,99 a	6,63 a	7,19 a	7,57 a
CV (%)	1,30					
AR (% glucose)	Controle	4,94 a	5,16 bc	5,59 b	6,06 b	6,06 b
	2%	4,94 a	5,17 c	5,54 b	5,93 b	5,93 b
	3%	4,94 a	4,99 ab	5,14 a	5,39 a	5,39 a
	4%	4,94 a	4,96 a	5,13 a	5,24 a	5,24 a
CV (%)	1,47					
ANR (% sacarose)	Controle	1,03 a	1,18 a	1,43 a	1,75 a	1,93 a
	2%	1,03 a	1,26 ab	1,46 a	1,80 a	1,98 a
	3%	1,03 a	1,29 bc	1,54 b	1,92 b	2,11 b
	4%	1,03 a	1,34 c	1,63 b	1,95 b	2,17 b
CV (%)	2,18					
Vit. C (mg. ac. ascórbico 100g ⁻¹ de polpa fresca)	Controle	168,52 a	155,62 a	139,73 a	126,17 a	110,90 a
	2%	168,52 a	157,12 a	144,56 a	132,24 a	118,57 a
	3%	168,52 a	163,8 b	155,32 b	143,72 b	134,42 b
	4%	168,52 a	167,41 b	159,99 b	150,85 b	138,95 b
CV (%)	3,03					

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05%).

Os frutos do tratamento controle e com aplicação de biofilme com 2% de fécula de mandioca obtiveram maior porcentagem desses açúcares, sugerindo que houve maior conversão dos carboidratos complexos a monossacarídeos, sem contudo haver um consumo acentuado de glicose na cadeia respiratória, neste caso por efeito da refrigeração.

Wills et al. (1983) citam que aumento nos teores de açúcares redutores pode ser devido à maturação de frutos, à perda de água e à hidrólise de polissacarídeos, hemicelulose e substâncias pécnicas da parede celular, comuns no processo de amadurecimento.

A análise de regressão evidenciou um aumento linear no teor de açúcares não redutores, com o decorrer do armazenamento, em todos os tratamentos (figura 3). Este comportamento pode indicar que a refrigeração retardou o processo de senescência, principalmente quando associada à atmosfera modificada, não levando à diminuição dos teores de sacarose, ao final do armazenamento. Os biofilmes, nas concentrações com 3 e 4% de fécula de mandioca, proporcionaram uma hidrólise mais lenta da sacarose, na polpa das goiabas, determinada pelas maiores médias (Tabela1), sugerindo efetividade do uso da atmosfera modificada, associada à refrigeração.

Oliveira (2000), avaliando o uso de biofilme de fécula de mandioca em pêssegos, não observou efeito significativo sobre os teores de açúcares não redutores.

O uso de biofilme de fécula de mandioca não teve influência sobre os valores de pectina total. A Figura 4 mostra que houve aumento no teor de pectina total, no início do armazenamento, seguido de decréscimo. Este comportamento pode sugerir uma tendência de síntese e degradação das pectinas, com o amadurecimento (CARVALHO, 1999).

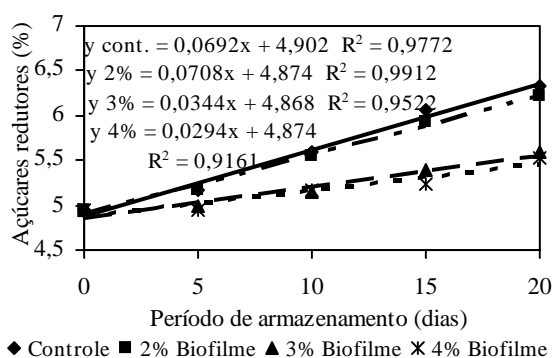


FIGURA 2 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de açúcares redutores de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias.

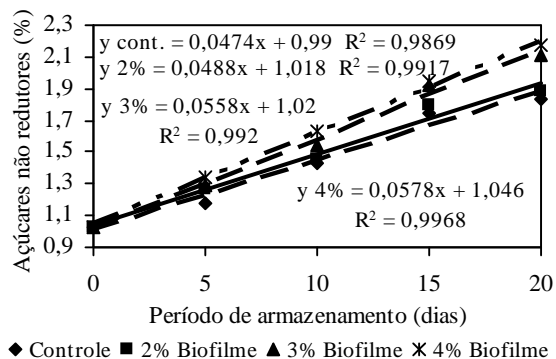


FIGURA 3 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de açúcares não redutores de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias.

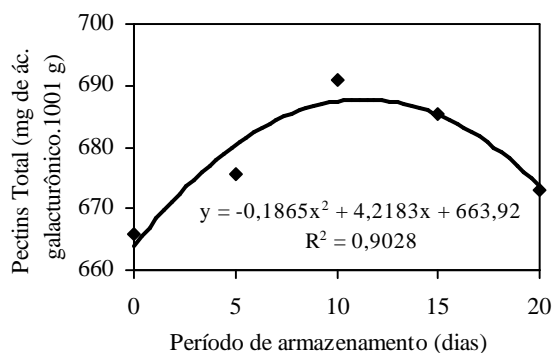


FIGURA 4 – Curva e equação de regressão representativa dos valores de pectina total de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilme de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias.

A análise de regressão demonstrou aumento, com ajuste quadrático, no teor de pectina solúvel e porcentagem de solubilização, com o decorrer do armazenamento, em todos os tratamentos (Figura 5 e 6). Entretanto, os frutos do tratamento controle e aqueles envolvidos em biofilme com 2% de fécula de mandioca, apresentaram maior evolução dos seus teores, indicando que o amaciamento da polpa, para estes, foi mais intensa.

Os biofilmes com 3 e 4% de fécula de mandioca determinaram, no 10º dia de armazenamento, as menores médias de pectina solúvel e da relação PS/PT; a partir do 15º dia, o biofilme a 4% de fécula de mandioca manteve os

melhores resultados, o que foi evidenciado pelas menores médias de pectina solúvel e, por conseguinte, da porcentagem de solubilização pectínica (Tabela 1). O biofilme com 4% de fécula de mandioca, formou uma película mais coesa em volta dos frutos, promovendo uma modificação da concentração de gases do metabolismo respiratório, reduzindo o metabolismo dos frutos, e, por conseguinte, capaz de minimizar, com maior eficiência, a degradação de substâncias pectínicas, possibilitando a contenção da firmeza, ocasionando atraso nos processos naturais do amadurecimento - a saber - o amaciamento da polpa.

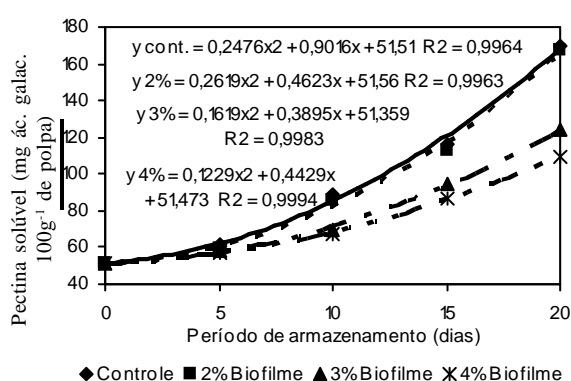


FIGURA 5 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de pectina solúvel de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR.

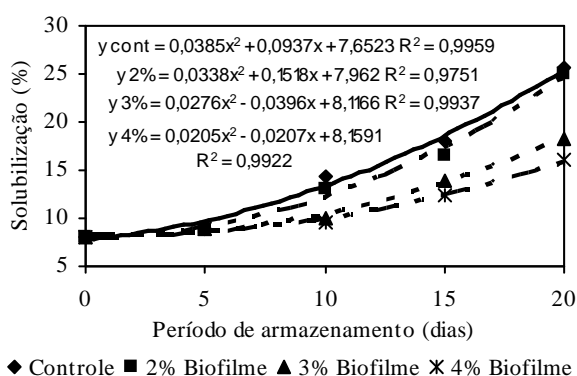


FIGURA 6 – Curvas e equações de regressão representativas da porcentagem de solubilização de pectinas de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR.

Assim como neste trabalho, Carvalho (1999) e Lima (2003) observaram, em goiabas, aumento nos teores de pectina solúvel e porcentagem de solubilização, com o avanço da maturação.

A análise de regressão evidenciou, em todos os tratamentos, um aumento na atividade enzimática da pectinametilesterase (PME) e da poligalacturonase (PG), seguido de decréscimos, durante o armazenamento (Figuras 7 e 8). Os frutos, envolvidos em biofilmes com 3 e 4% de fécula de mandioca, apresentaram menor evolução de atividade enzimática, sugerindo que tais concentrações promoveram uma atmosfera modificada, capaz de reduzir o metabolismo das goiabas. A menor atividade enzimática da PME promove a manutenção do grau de esterificação, dificultando a desmetilação do polímero pectínico. Conseqüentemente, reduz a ação subsequente da poligalacturonase, refletindo no controle da degradação das substâncias pectínicas, por conseguinte, da solubilização de pectinas e da contenção do amaciamento da polpa da goiaba, conforme observado neste trabalho (Tabela 2).

Independentemente dos tratamentos, o pico na atividade da PG foi observado no 3º período de armazenamento, simultâneo ao pico na atividade da PME (Figura 6 e 7), coincidente com o acréscimo nos valores da pectina solúvel (Figura 5). Esse comportamento mostrou que a PME agiu, desesterificando os ácidos poligalacturônicos, ao mesmo tempo que facilitou a ação hidrolítica da PG. Ainda assim, a pectina continuou sendo solubilizada, após a diminuição da atividade enzimática, indicando que outras enzimas

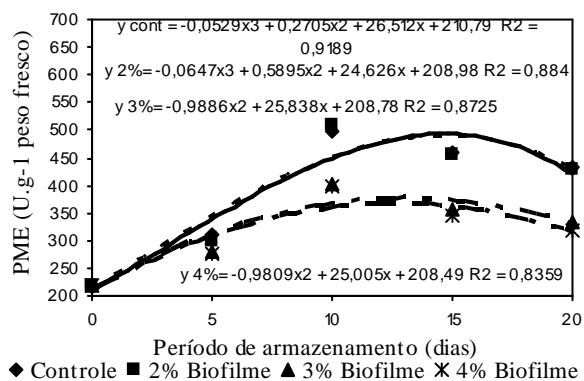


FIGURA 7 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de pectinametilesterase de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR.

podem estar envolvidas no processo de amaciamento da polpa de goiabas, a saber as celulases e as beta-galactosidases (LAZAN & ALI, 1993).

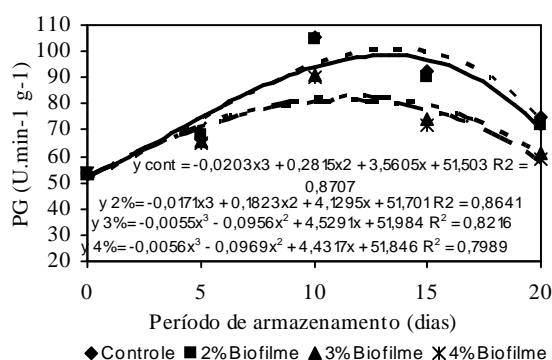


FIGURA 8 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de poligalacturonase (PG) de goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a 9° C ± 1° C e 90% ± 5% UR.

Esse comportamento é condizente com o verificado por Carvalho (1999), em goiabas ‘Kumagai’, armazenadas sob refrigeração, que também observou picos simultâneos na atividade da PME e PG.

A análise de regressão evidenciou diminuição no conteúdo de vitamina C, com o decorrer do armazenamento, em todos os tratamentos (Figura 9). Os biofilmes, com 3 e 4% de fécula de mandioca, proporcionaram menor evolução do conteúdo de vitamina C, o que pode indicar maior eficiência do biofilme em minimizar a sua perda. Os frutos, envolvidos com biofilme de fécula de mandioca a 3 e a 4%, apresentaram teores médios de vitamina C superiores aos dos frutos dos demais tratamentos, a partir do 5° dia de armazenamento (Tabela 1), proporcionando a manutenção de 80 e 82%, respectivamente do teor de vitamina C, enquanto os tratamentos controle e biofilme, a 2% de fécula de mandioca, proporcionaram 66 e 70%, respectivamente, do teor original de vitamina C, no final do armazenamento.

TABELA 2 – Valores médios de pectina solúvel (PS), solubilização de pectina (PS/PT), pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG) ácido ascórbico (mg. 100g⁻¹ de polpa fresca) em goiabas ‘Pedro Sato’, recobertas com biofilme de fécula de mandioca, armazenadas a 9° C ± 1° C e 90% UR ± 5%, por 20 dias.

Variáveis tratadas		Período de armazenamento (dias)				
		0	5	10	15	20
PS (mg de ácido Galacturônico. 100g de polpa)	Controle	51,33 a	61,33 a	89,00 b	116,67 c	170,00 c
	2%	51,33 a	59,67 a	86,00 b	113,33 c	167,00 c
	3%	51,33 a	58,66 a	69,67 a	94,67 b	123,66 b
	4%	51,33 a	57,33 a	67,33 a	86,33 a	109,33 a
CV		3,24				
Solubilização de pectinas	Controle	8,00 a	9,00 a	14,33 b	17,05 b	25,56 c
	2%	8,00 a	9,00 a	12,97 ab	16,45 b	24,97 c
	3%	8,00 a	9,00 a	10,02 a	13,97 a	18,30 b
	4%	8,00 a	9,00 a	9,67 a	12,49 a	16,01 a
CV		7,70				
PME (unidades)	Controle	218,67 a	312,00 c	497,33 b	459,33 b	434,00 b
	2%	218,67 a	300,00 bc	507,67 b	454,00 b	429,67 b
	3%	218,67 a	281,67 ab	403,67 a	358,33 a	332,00 a
	4%	218,67 a	275,67 a	399,33 a	344,33 a	319,00 a
CV		2,69				
PG (unidades)	Controle	53,36 a	66,66 a	105,71 b	92,68 b	74,92 b
	2%	53,36 a	67,73 a	104,67 b	89,87 b	72,07 b
	3%	53,36 a	65,80 a	90,79 a	73,96 a	61,43 a
	4%	53,36 a	64,79 a	90,06 a	71,67 a	58,80 a
CV		1,88				

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05%).

Diferentemente, Oliveira (1996) não observou efeito do biofilme em goiabas 'Kumagai', sobre o teor de vitamina C, armazenadas em temperatura ambiente.

O armazenamento em temperaturas mais baixas, possivelmente, pode potencializar o efeito da atmosfera modificada no que se refere ao conteúdo de vitamina C, pois sua manutenção é dependente da temperatura e tempo de armazenamento (CARVALHO, 1999).

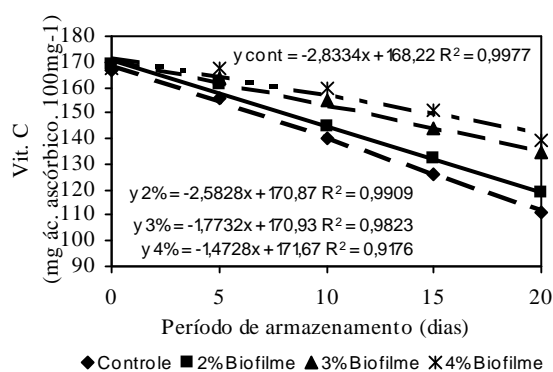


FIGURA 9 – Curvas e equações de regressão representativas dos valores de vitamina C de goiabas 'Pedro Sato', recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, armazenadas a $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR.

CONCLUSÃO

A aplicação do biofilme, na concentração de 3 e 4% de fécula de mandioca, foi efetiva na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato', visto que proporcionou maior teor de açúcares não-redutores e de vitamina C, menor teor de açúcares totais, açúcares redutores, pectina solúvel, percentual de solubilização e menor atividade de pectinametilsterase e poligalacturonase.

A aplicação de biofilme, a 3 e 4% de fécula de mandioca, é uma alternativa viável para ampliar o período de conservação de goiabas 'Pedro Sato', armazenadas sob refrigeração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12. ed. Washington, 1992. 1015 p.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1962.

CARVALHO, H. A. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba 'Kumagai'**. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

CEREDA, M. P.; BERTOLLINI, A. C.; SILVA, A. P.; OLIVEIRA, M. A.; EVANGELISTA, R. M. Películas de Almidón para la preservación de frutas. In: CONGRESSO DE POLÍMEROS BIODEGRADÁBLES: AVANCES Y PERSPECTIVAS, 1995, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: [s.n.], 1995.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEFE, 1990. 320 p.

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, July/Aug. 1984.

LAZAN, H.; ALI, Z. M. Cell wall hydrolases and their potential in the manipulation of ripening of tropical fruits. **Asean Food Journal**, Singapore, v. 8, n. 2, p. 47-53, 1993.

LIMA, M. A. **Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e em balagens plásticas**. 2003. 114 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, Prague, v. 40, n. 3, p. 769-774, 1975.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, June 1952.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, Jan. 1944.

OLIVEIRA, M. A. **Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus persica* L. Balstsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial**. 2000. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

OLIVEIRA, M. A. **Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera na conservação pós-colheita de frutos de Goiaba (*Psidium guajava*)**. 1996. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

WILLS, R. B. H.; MULHOLLAND, E. E.; BROWN, B. I. Storage of two new cultivars of guava fruit of processing. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 60, n. 3, p. 175-178, July 1983.