

**CONSERVAÇÃO DE GOIABAS COM REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS DE AMIDO E CASEÍNA COM EXTRATO DE BARBATIMÃO**Allan Remor Lopes<sup>1</sup>, Douglas Cardoso Dragunski<sup>2</sup>, Josiane Caetano<sup>3</sup>, Camila Botin Francisco<sup>4</sup> &, Leandro Ferreira Bonfim Júnior<sup>5</sup>1 - Engenheiro Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, PGEAGRI/UNIOESTE, Cascavel, PR. [allanremorlopes@gmail.com](mailto:allanremorlopes@gmail.com)2 - Químico, Professor Adjunto, UNIOESTE, Toledo, PR. [dcdragunski@gmail.com](mailto:dcdragunski@gmail.com)3 - Química, Professora Adjunta, UNIOESTE, Toledo, PR. [caetanojosi@gmail.com](mailto:caetanojosi@gmail.com)4 - Química, Doutoranda em Química, PQU/UEM, Maringá, PR. [camila.botin@hotmail.com](mailto:camila.botin@hotmail.com)5 - Químico, UNIPAR, Umuarama, PR. [lfb\\_0507@hotmail.com](mailto:lfb_0507@hotmail.com)**Palavras-chave:**

Biofilme

*Psidium guajava* L

Pós-colheita

*Stryphnodendron adstringens***RESUMO**

Com alto valor nutritivo e ótimas propriedades sensoriais, a goiaba (*Psidium guajava* L.) possui grande valor de mercado. No entanto, seu comércio é limitado devido às suas características fisiológicas que reduzem a sua vida pós-colheita. Para aumentar a vida útil das goiabas são necessários o uso de novas tecnologias, entre elas vem se destacando o uso de revestimentos comestíveis com a adição de extratos vegetais. Desta forma, este trabalho teve o objetivo de avaliar a conservação de goiabas utilizando revestimentos comestíveis com a adição de extrato de barbatimão. Os tratamentos utilizados foram: Controle (sem aplicação de revestimento); A (revestimento de amido); AC (revestimento de amido + caseína); AB (revestimento de amido + extrato de barbatimão); ACB (revestimento de amido e caseína + extrato de barbatimão). As goiabas foram analisadas em relação à perda de massa, firmeza, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C e colorimetria. A utilização dos revestimentos comestíveis de amido e caseína reduziu a perda de massa das goiabas, porém a adição do extrato de barbatimão não proporcionou mudanças em relação à perda de massa. Os revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão foram eficientes na conservação da firmeza e colorimetria das goiabas.

**Keywords:**

Biofilm

*Psidium guajava* L

Post-harvest

*Stryphnodendron adstringens***GUAVAS CONSERVATION WITH STARCH AND CASEIN EDIBLE COATINGS WITH BARBATIMÃO EXTRACT****ABSTRACT**

Guava (*Psidium Guajava* L.) has a great market value due to its high nutritional value and excellent sensory properties. However, its trade is limited because of its physiological characteristics that reduce its post-harvest life. In order to increase the life of guavas are needed the use of new technologies among them, the use of edible coatings with addition of vegetal extracts has stood out. Thus, this study aimed to evaluate the guavas conservation using edible coatings with addition of *barbatimão* extract. The treatments were Control (without edible coating application); A (starch edible coating); AC (starch edible coating + casein); AB (starch edible coating + *barbatimão* extract); and ACB (starch coating and casein + *barbatimão* extract). Guavas were analyzed for weight loss, firmness, total titrable acidity, total soluble solids, vitamin C, and colorimetry. Starch and casein edible coatings reduced mass loss of guavas; however, the addition of *barbatimão* extract did not provide changes related to weight loss. The use of starch and casein edible coatings with *barbatimão* extract was efficient in maintaining the guavas firmness and colorimetry.

## INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) se destaca devido às suas propriedades sensoriais e aos seus valores nutricionais, possuindo alto índice de vitamina C, vitamina A e do grupo B, como a tiamina e a niacina. Além disso, ela é considerada a fruta mais rica em zinco, fibras, vitamina E e licopeno (OSHIRO *et al.*, 2011). Apesar de apresentar ótimas características, a goiaba apresenta um comércio limitado, pois tem vida reduzida pós-colheita, devido à sua alta atividade metabólica e um elevado índice de injúrias (BRACMANN *et al.*, 2012).

Para aumentar o tempo de útil das goiabas é imprescindível o uso de algumas tecnologias, como embalagens sintéticas, refrigeração, atmosfera modificada, irradiação e tratamento fitossanitário. Apesar da eficiência dessas tecnologias, essas técnicas possuem alto custo de implantação e podem gerar alto impacto ambiental (OLIVEIRA; CEREDA, 2003).

Neste contexto, os revestimentos comestíveis surgem como uma alternativa, pois originam-se de proteínas, polissacarídeos, lipídios e compostos. Dentre as proteínas utilizadas para produção de revestimentos comestíveis, destacam-se o amido e a caseína. O amido vem sendo muito utilizado para o desenvolvimento de revestimentos comestíveis devido à sua abundância e baixo custo. Além disso, os revestimentos comestíveis de amido são transparentes, incolores, inodoros e possui baixa permeabilidade ao oxigênio (YAN *et al.*, 2012). A caseína vem ganhando destaque no desenvolvimento de revestimentos comestíveis devido algumas características, como ser comercialmente disponível, além de produzir um revestimento transparente e termicamente estável (AVENA-BUSTILLOS *et al.*, 1994; CORREA-BETANZO *et al.*, 2011).

Os revestimentos comestíveis são definidos como finas camadas biodegradáveis, que são aplicadas sobre a superfície das frutas e verduras, e possuem a finalidade de aumentar a vida de prateleira do produto, controlando a transferência de umidade e as trocas gasosas do produto para o ambiente, além de atuar na retenção de aditivos químicos (SUPUT *et al.*, 2015; CHITARRA;

CHITARRA, 2006). Diversos estudos já comprovaram a eficiência dos revestimentos comestíveis na conservação de frutas, reduzindo sua taxa de respiração e retardando a perda de compostos voláteis (ROJAS-GRAU; TAPIA; MARTÍN-BELLOSO, 2007; VALENZUELA *et al.*, 2015).

A utilização de extratos vegetais incorporados aos revestimentos comestíveis vem ganhando destaque, devido aos consumidores cada vez mais exigirem a ausência de resíduos químicos em frutos minimamente processados (PONCE *et al.*, 2008). Além disso, os extratos vegetais possuem excelente atividade antioxidante e podem retardar a oxidação lipídica e melhorar a qualidade das frutas (EÇA; SARTORI; MENEGALLI, 2014). Os estudos com o uso de óleos e extratos vegetais, associados aos revestimentos comestíveis, vêm demonstrando um bom efeito antimicrobiano (ROJAS-GRAU *et al.*, 2007), alta redução na perda de massa (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2011) e não têm efeitos nas propriedades sensoriais das frutas (DEL-VALLE *et al.*, 2005).

Dentre essas plantas medicinais com potencial para uso em embalagens, o barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), pertencente à família Fabaceae, é uma espécie brasileira distribuída pelo cerrado brasileiro. A atividade antibacteriana do barbatimão já foi comprovada em diversos estudos (COSTA *et al.*, 2011; PINHO *et al.*, 2012). No entanto, a utilização do seu extrato em revestimentos comestíveis para conservação de frutas ainda é desconhecido.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a conservação de goiabas cv. “Pedro Sato” com a utilização de revestimentos comestíveis de amido de mandioca e caseína, com a adição de extrato de barbatimão.

## MATERIAL E MÉTODOS

A casca do barbatimão foi adquirida no comércio local de Umuarama-PR. O extrato foi obtido pela técnica denominada de extração exaustiva hidroalcoólica, no qual foi adicionado 0,3L de álcool etílico 70% em 400g de barbatimão e, posteriormente, utilizando um rotoevaporador (Tecnal TE-210) por um período de 3 horas para

a total evaporação do solvente. Em seguida, foi armazenado por 24 horas em uma temperatura de -20°C. Por fim, a amostra passou por um processo de liofilização, realizada pelo liofilizador (TerroniLS 3000) e foi armazenada novamente no congelador (Consul CHA31EB1) a -20° C (SOUZA-FILHO, 2002).

As goiabas foram colhidas em um pomar comercial no município de Altônia – PR (23° 52' 28''S, 53° 54' 06''W, 310m de altitude), onde foram selecionadas e transportadas imediatamente para o Laboratório de Controle de Poluição da Universidade Paranaense – UNIPAR, em Umuarama-PR. As goiabas cv. Pedro Sato foram selecionadas quanto ao tamanho, cor e ausência de injúrias, proporcionando maior uniformidade. Em seguida, as goiabas selecionadas foram imersas em uma solução de água e hipoclorito de sódio (0,01%) durante 30 minutos. Após a imersão, os frutos passaram por um processo de secagem de 24 horas em temperatura ambiente.

Para a preparação dos revestimentos comestíveis, o amido foi gelatinizado em banho-maria (Marconi – MA 039) a aproximadamente 85°C e a caseína foi dissolvida em temperatura ambiente (25°C). A adição tanto do glicerol quanto do extrato liofilizado ocorreram após o resfriamento da solução até 30°C. Os frutos foram divididos em 5 tratamentos: Controle (sem aplicação de revestimento); A (4g de amido contendo 30% de glicerol); AC (3g de caseína + 1g de amido contendo 30% de glicerol); AB (4g de amido contendo 30% de glicerol + 1% de extrato de barbatimão) e ACB (1g de amido + 3g de caseína contendo 30% de glicerol + 1% de extrato de barbatimão). Após a obtenção das soluções, estas foram resfriadas até 35°C, em seguida as goiabas foram imersas nas quatro soluções por 1 minuto e as goiabas do tratamento controle foram imersas pelo mesmo período de tempo em água destilada, posteriormente, foram armazenadas até a completa secagem. As goiabas foram colocadas em bandejas em temperatura ambiente (25± 3°C) por 12 dias.

Foram efetuadas as seguintes avaliações:

- Firmeza: determinada com o auxílio de um penetrômetro analógico (Instrutherm PTR-100), com dispositivo de pressão de 7,9 mm de diâmetro. As goiabas foram perfuradas

na casca da região mediana de cada fruto, exercendo uma força uniforme até que a casca fosse rompida (TZOUMAKI; BILIADERIS; VAZILAKAKIS, 2009).

- Perda de massa: as goiabas foram pesadas com a balança analítica (Mark 210A Classe I, 6K), considerando-se a diferença entre o peso inicial da goiaba e o obtido em cada amostragem (FAKHOURI *et al.*, 2007).
- Sólidos solúveis totais (SST): determinado pela leitura em refratômetro (Quimis Isso 9002, Q-109B Optech) (AOAC, 1992).
- Acidez total titulável (ATT): obtida por titulação utilizando hidróxido de sódio (NaOH) a 0,01 mol.L<sup>-1</sup> em um pHmetro (Tecnal TEC-2) (AOAC, 1992).
- Vitamina C: obtida por titulação com iodeto de potássio (AOAC, 1992).
- SST/ATT: obtida pelo quociente entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável.
- Colorimetria: as alterações na coloração das goiabas foram determinadas por um colorímetro (CR 400 Konica Minolta), efetuadas sempre na mesma posição (laterais opostas) da região mediana da goiaba. Os parâmetros a (cromaticidade no eixo da cor verde para vermelha), b (cromaticidade no eixo da cor azul para amarelo) e L (variação de claro para o escuro) foram obtidos em cada medição (VIÑA *et al.*, 2007). A partir destes dados, foi calculada a diferença total de cor ( $\Delta E$ ), que é apresentada pela equação 1 (GENNADIOS *et al.*, 1996).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2} \quad (1)$$

O delineamento experimental foi disposto em esquema fatorial 5 x 6, no qual se estudou os tratamentos (sem revestimento; revestimento comestível de amido; revestimento comestível de amido e caseína; revestimento comestível de amido com extrato de barbatimão e revestimento comestível de amido e caseína com extrato de

barbatimão) e os períodos de armazenamento (1, 3, 5, 8, 10 e 12 dias), com três repetições e três frutos por parcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD)  $p < 0,05$  através do software Bioestat 5.3.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O grupo controle apresentou durante todo o armazenamento os menores índices de firmeza (Tabela 1), se diferenciando dos demais tratamentos ( $p < 0,05$ ) durante os 12 dias, apresentando ao final 4,41 N. Os tratamentos com a aplicação do extrato de barbatimão (AB e ACB) formaram ao final do armazenamento uma película mais coesa, que minimizou a solubilização das substâncias pécnicas, possibilitando a contenção da firmeza (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Hong *et al.* (2012) também obteve melhores índices de firmeza para goiabas com revestimentos comestíveis, quando comparadas com goiabas

sem revestimento. Essa retenção da firmeza em goiabas por revestimentos comestíveis pode estar relacionada ao bloqueio dos poros da superfície das frutas e diminuição da permeabilidade das cascas à gases, como o oxigênio e o etileno (AMARANTE & BANKS, 2001).

Durante os doze dias de armazenamento, a perda de massa foi crescente para todos os tratamentos (Tabela 2). Ao final do armazenamento todos os revestimentos agiram como uma barreira física para trocas gasosas e perda de vapor d’água, modificando a atmosfera e retardando a senescência (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008). Os resultados também são semelhantes no estudo de Cerqueira *et al.* (2011), que obtiveram os maiores índices de perda de massa em goiabas sem revestimentos, quando comparadas com goiabas revestidas com filmes proteicos e de quitosana. Tesfay *et al.* (2017), ao estudarem a conservação do abacate com revestimentos comestíveis com extrato de moringa, obtiveram os menores índices de perda de massa para os abacates revestidos com

**Tabela 1.** Valores médios da variação de firmeza (N) em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento -----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	96,04 <sup>Ab</sup>	11,27 <sup>Bd</sup>	11,27 <sup>Bd</sup>	8,82 <sup>Cd</sup>	8,49 <sup>Cc</sup>	4,41 <sup>Cd</sup>
Amido	125,44 <sup>Aa</sup>	45,08 <sup>Bc</sup>	45,08 <sup>Bc</sup>	39,20 <sup>Cc</sup>	33,32 <sup>Db</sup>	30,38 <sup>Db</sup>
Amido + Caseína	123,97 <sup>Aa</sup>	123,48 <sup>Aa</sup>	117,3 <sup>Ba</sup>	88,08 <sup>Ca</sup>	32,34 <sup>Db</sup>	26,46 <sup>Db</sup>
Amido + Barbatimão	124,95 <sup>Aa</sup>	124,46 <sup>Aa</sup>	122,5 <sup>Aa</sup>	77,42 <sup>Bb</sup>	46,06 <sup>Ca</sup>	39,22 <sup>Ca</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	123,48 <sup>Aa</sup>	107,8 <sup>Bb</sup>	79,87 <sup>Cb</sup>	73,01 <sup>Cb</sup>	42,14 <sup>Da</sup>	37,24 <sup>Da</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

**Tabela 2.** Valores médios da variação de perda de massa (%) em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----				
	3	5	8	10	12
Controle	4,89 <sup>Ea</sup>	9,54 <sup>Da</sup>	15,97 <sup>Ca</sup>	20,73 <sup>Ba</sup>	25,98 <sup>Aa</sup>
Amido	3,66 <sup>Eb</sup>	6,72 <sup>Db</sup>	11,26 <sup>Cb</sup>	14,07 <sup>Bb</sup>	16,42 <sup>Ab</sup>
Amido + Caseína	3,66 <sup>Eb</sup>	6,88 <sup>Db</sup>	11,28 <sup>Cb</sup>	14,16 <sup>Bb</sup>	16,58 <sup>Ab</sup>
Amido + Barbatimão	3,53 <sup>Eb</sup>	6,65 <sup>Db</sup>	11,53 <sup>Cb</sup>	14,52 <sup>Bb</sup>	16,98 <sup>Ab</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	3,59 <sup>Eb</sup>	6,93 <sup>Db</sup>	11,06 <sup>Cb</sup>	13,78 <sup>Bb</sup>	16,06 <sup>Ab</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

extratos vegetais. A perda de massa com a aplicação de revestimentos, aos 10 dias de armazenamento, não ultrapassou 17%, índices considerados inferiores aos recomendados que ficam entre 10 e 15% (OLIVEIRA; CEREDA, 2003).

Para os níveis de ATT (Tabela 3), observa-se um acréscimo nos revestimentos com extrato de barbatimão, o mesmo comportamento já foi observado em estudos em que foram avaliados os efeitos de revestimentos comestíveis de quitosana e amido de mandioca com a adição de antioxidantes (AQUINO; BLANK; SANTANA, 2015). Lima & Durigan (2000) também observaram um leve aumento no teor de ATT em goiabas “Pedro Sato”, utilizando diferentes embalagens.

Ao final do armazenamento, os valores de SST diminuíram para todos os tratamentos Controle, AC e ACB (Tabela 4). A queda nos teores de SST em goiabas utilizando embalagens já foi relatada em estudos anteriores (YAMASHITA; BENASSI, 2000). Assim como Costa *et al.* (2017), em todo o período de armazenamento, as goiabas sem

a aplicação dos revestimentos comestíveis e o tratamento Amido atingiram o maior índice de SST, o que pode estar relacionado à uma lixiviação dos sólidos solúveis devido à imersão nas soluções filmogênicas (TRIGO *et al.*, 2012) ou à uma maior desidratação das goiabas sem revestimento, ocorrendo conseqüentemente maior concentração de açúcares e ácidos orgânicos (ANTUNES; DUARTE FILHO; SOUZA, 2003). Os grupos controle, A e AB apresentaram teores de SST dentro dos satisfatórios, que variam de 8 – 12% (MANICA *et al.*, 2001).

A relação SST/ATT está relacionada com o balanço entre açúcares e ácidos presentes na fruta, sendo um importante indicativo de sabor. Durante o armazenamento, ocorreu um decréscimo nos valores de SST/ATT (Tabela 5), sendo que os tratamentos com caseína (AC e ACB) obtiveram os menores valores. Wener *et al.* (2009) obtiveram esse decréscimo na relação SST/ATT e atribuíram esse resultado ao aumento nas médias de ATT e diminuição nos teores de SST.

**Tabela 3.** Valores médios da ATT (%) em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	0,75 <sup>ABa</sup>	0,72 <sup>ABCa</sup>	0,69 <sup>BCbc</sup>	0,72 <sup>ABCc</sup>	0,66 <sup>Cc</sup>	0,77 <sup>Ab</sup>
Amido	0,60 <sup>CDc</sup>	0,56 <sup>Db</sup>	0,65 <sup>Cc</sup>	0,63 <sup>Cd</sup>	0,79 <sup>Ba</sup>	0,87 <sup>Aa</sup>
Amido + Caseína	0,69 <sup>Aab</sup>	0,70 <sup>Aa</sup>	0,70 <sup>Abc</sup>	0,78 <sup>Aa</sup>	0,75 <sup>Aa</sup>	0,73 <sup>Ab</sup>
Amido + Barbatimão	0,65 <sup>Cbc</sup>	0,68 <sup>Ca</sup>	0,83 <sup>Aab</sup>	0,75 <sup>Bbc</sup>	0,76 <sup>Ba</sup>	0,78 <sup>ABb</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	0,51 <sup>Cd</sup>	0,64 <sup>Bab</sup>	0,79 <sup>Aab</sup>	0,66 <sup>Bd</sup>	0,70 <sup>Bab</sup>	0,64 <sup>Bc</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

**Tabela 4.** Valores médios de SST (°Brix) em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	12,25 <sup>ABa</sup>	12,87 <sup>ABa</sup>	13,37 <sup>Aa</sup>	11,75 <sup>Ba</sup>	12 <sup>ABa</sup>	11,75 <sup>Ba</sup>
Amido	11 <sup>Ab</sup>	10,87 <sup>Ab</sup>	9,37 <sup>Ac</sup>	10,12 <sup>Ab</sup>	10,62 <sup>Aab</sup>	10,87 <sup>Aa</sup>
Amido + Caseína	10,25 <sup>Bb</sup>	9,75 <sup>Bb</sup>	10,75 <sup>Bb</sup>	12,12 <sup>Aa</sup>	10,25 <sup>Bbc</sup>	7,87 <sup>Cc</sup>
Amido + Barbatimão	10,25 <sup>Ab</sup>	10 <sup>Ab</sup>	8,5 <sup>Bc</sup>	9,75 <sup>ABb</sup>	7 <sup>Cd</sup>	9,87 <sup>Ab</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	10,89 <sup>Ab</sup>	9,87 <sup>BCb</sup>	10,85 <sup>ABb</sup>	9 <sup>Cb</sup>	9,75 <sup>Cbc</sup>	6,12 <sup>Dd</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

**Tabela 5.** Valores médios da relação SST/ATT em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	16,34 <sup>BCc</sup>	17,79 <sup>ABCa</sup>	19,33 <sup>Aa</sup>	16,34 <sup>BCab</sup>	18,3 <sup>ABa</sup>	15,3 <sup>Ca</sup>
Amido	18,19 <sup>Abc</sup>	19,08 <sup>Aa</sup>	14,32 <sup>BCb</sup>	16,83 <sup>ABa</sup>	13,42 <sup>Cb</sup>	12,47 <sup>Cb</sup>
Amido + Caseína	14,72 <sup>Ad</sup>	14,11 <sup>Ab</sup>	15,33 <sup>Ab</sup>	15,47 <sup>Aab</sup>	13,95 <sup>Ab</sup>	10,58 <sup>Bc</sup>
Amido + Barbatimão	16,17 <sup>Ac</sup>	14,61 <sup>ABb</sup>	10,23 <sup>CDc</sup>	12,78 <sup>Bb</sup>	9,10 <sup>Dc</sup>	12,6 <sup>BCb</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	21,30 <sup>Aa</sup>	15,29 <sup>Bb</sup>	13,95 <sup>Bb</sup>	13,79 <sup>Bab</sup>	13,69 <sup>Bb</sup>	9,56 <sup>Cc</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

**Tabela 6.** Valores médios de vitamina C (mg.100 g<sup>-1</sup>) em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	26,41 <sup>Aa</sup>	26,41 <sup>Aa</sup>	21,13 <sup>Aa</sup>	22,89 <sup>Aa</sup>	21,13 <sup>Aa</sup>	15,85 <sup>Ac</sup>
Amido	29,49 <sup>Aa</sup>	23,77 <sup>ABCa</sup>	23,77 <sup>ABCa</sup>	26,41 <sup>ABa</sup>	22,01 <sup>BCa</sup>	18,49 <sup>Cb</sup>
Amido + Caseína	27,29 <sup>Aa</sup>	28,17 <sup>Aa</sup>	30,82 <sup>Aa</sup>	27,29 <sup>Aa</sup>	26,41 <sup>Aa</sup>	24,65 <sup>Aa</sup>
Amido + Barbatimão	24,65 <sup>ABa</sup>	20,25 <sup>BCb</sup>	27,29 <sup>Aa</sup>	18,49 <sup>Cb</sup>	23,77 <sup>ABCa</sup>	22,01 <sup>ABCa</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	25,53 <sup>ABa</sup>	27,29 <sup>ABa</sup>	29,94 <sup>Aa</sup>	23,77 <sup>ABCa</sup>	22,01 <sup>BCa</sup>	18,49 <sup>Cb</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

**Tabela 7.** Valores médios do índice (a) de luminosidade em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	-16,91 <sup>Da</sup>	-15,7 <sup>Da</sup>	-10,88 <sup>Ca</sup>	0,81 <sup>Ba</sup>	5,23 <sup>Aa</sup>	7,66 <sup>Aa</sup>
Amido	-16,31 <sup>Da</sup>	-15,23 <sup>CDa</sup>	-15,96 <sup>CDb</sup>	-13,83 <sup>BCb</sup>	-12,77 <sup>ABb</sup>	-11,86 <sup>Aab</sup>
Amido + Caseína	-16,37 <sup>Da</sup>	-15,73 <sup>Da</sup>	-14,77 <sup>CDbc</sup>	-13,01 <sup>BCbc</sup>	-11,27 <sup>Bbc</sup>	-9,09 <sup>Ac</sup>
Amido + Barbatimão	-14,89 <sup>Bb</sup>	-14,71 <sup>Ba</sup>	-13,53 <sup>Bc</sup>	-10,96 <sup>Ac</sup>	-9,85 <sup>Ac</sup>	-9,56 <sup>Ac</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	-15,76 <sup>Aab</sup>	-15,38 <sup>Aa</sup>	-14,71 <sup>Bbc</sup>	-12,25 <sup>Cbc</sup>	-10,36 <sup>Cc</sup>	-9,07 <sup>Cc</sup>

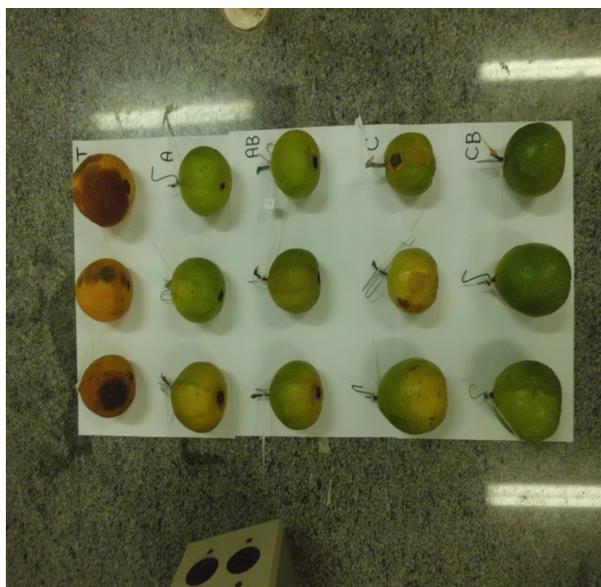
\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

Os tratamentos A e ACB demonstraram uma diminuição nos teores de vitamina C durante o período de armazenagem (Tabela 6). Essas diminuições nos teores de vitamina C ocorrem devido à alta atividade pós-colheita da enzima ácido ascórbico oxidase (ISLAN; COLON; VARGAS, 1993). Os grupos AC e AB mantiveram seus teores de vitamina C até o 12º dia de armazenagem, indicando a eficiência desses revestimentos. Para Vila *et al.* (2007), os biofilmes de amido minimizam a perda da vitamina C.

Na Tabela 7 estão apresentados os valores para

o índice a em que foi constatado uma tendência crescente nos valores para todos os tratamentos. No entanto, as amostras de goiabas envolvidas com revestimentos comestíveis apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a partir do 5º dia de armazenagem para a variação do índice a quando comparadas ao grupo controle. A manutenção da cor verde da casca de goiabas, utilizando revestimentos comestíveis, já foi relatada em diversos estudos (SOARES *et al.*, 2011). Ao final do armazenagem, as goiabas com revestimentos comestíveis apresentaram valores negativos,

indicando a conservação da cor verde, e os grupos ACB, AC e AB foram os mais eficientes ( $p > 0,05$ ) na conservação da cor verde. Na Figura 1 é possível observar as goiabas ao final do armazenamento.



**Figura 1.** Goiabas sem revestimento (T); goiabas com revestimento de amido (A); goiabas com revestimento de amido e extrato de barbatimão (AB); goiabas com revestimento de caseína (C) e goiabas com revestimento de amido + caseína + extrato de barbatimão (CB).

Para o índice b, o tratamento AB apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) com todos os tratamentos durante os 12 dias de armazenamento, apresentando ao seu final o menor índice b (24,84), indicando que houve um retardamento no amarelecimento das goiabas (Tabela 8). O amarelecimento das goiabas ocorre devido à

quebra da estrutura da clorofila, causada pelas mudanças de pH, resultantes da presença de ácidos orgânicos provenientes do vacúolo, pela presença de sistemas oxidantes, pela atividade de clorofilases e pode ser causado pela liberação de etileno proveniente do estresse ou por radicais livres oriundos da peroxidação de lipídios (AWAD, 1993). Ao término do armazenamento, o grupo controle obteve o maior valor de b (50,47), quando comparado aos demais tratamentos ( $p < 0,05$ ).

Em relação ao índice L, os grupos controle, AC e ACB apresentaram um aumento nos valores. Costa *et al.* (2017) também observaram um aumento no índice L, enquanto que os grupos A e AB demonstraram queda nos índices, essa queda pode estar relacionada à perda de umidade da superfície (AQUINO; BLANK; SANTANA, 2015). A partir do 5º dia de armazenamento, foi observado que o grupo controle começou a diferir significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais grupos. Ao final do armazenamento, o grupo AB apresentou o melhor índice para L (46,29), indicando que as goiabas estavam mais escuras.

Na variação total de cor ( $\Delta E$ ) (Tabela 10), foi constatado que as goiabas sem os revestimentos comestíveis apresentaram a maior variação de cor, enquanto que nos tratamentos A e AB, as menores variações de cor (6,60 e 7,83, respectivamente), não ocorreram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si. A utilização de revestimentos comestíveis com o uso de antimicrobianos demonstrou uma menor variação de cor que goiabas sem revestimentos e está relacionada aos processos degradáveis e sintéticos (SOARES *et al.*, 2011).

**Tabela 8.** Valores médios do índice (b) de luminosidade em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	32,55 <sup>Ea</sup>	38,28 <sup>Da</sup>	46,35 <sup>Ca</sup>	53,25 <sup>Aa</sup>	53,48 <sup>Aa</sup>	50,47 <sup>Ba</sup>
Amido	33,11 <sup>Aa</sup>	32,14 <sup>Ab</sup>	33,48 <sup>Ab</sup>	33,53 <sup>Ab</sup>	32,76 <sup>Ac</sup>	32,75 <sup>Ac</sup>
Amido + Caseína	32,42 <sup>Ba</sup>	33,17 <sup>ABb</sup>	34,57 <sup>ABb</sup>	36,15 <sup>ABb</sup>	36,83 <sup>Ab</sup>	36,43 <sup>ABb</sup>
Amido + Barbatimão	27,67 <sup>Ab</sup>	27,56 <sup>Ac</sup>	26,56 <sup>ABc</sup>	26,3 <sup>ABc</sup>	24,95 <sup>Bd</sup>	24,84 <sup>Bd</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	30,9 <sup>Ca</sup>	31,3 <sup>Cb</sup>	33,67 <sup>BCc</sup>	36,72 <sup>ABb</sup>	38,15 <sup>Ab</sup>	37,49 <sup>Ab</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

**Tabela 9.** Valores médios do índice (L) de luminosidade em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem em temperatura e umidade ambientes.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----					
	1	3	5	8	10	12
Controle	49,61 <sup>Ebc</sup>	53,1 <sup>Da</sup>	58,37 <sup>Ca</sup>	63,52 <sup>Aa</sup>	63,25 <sup>Aa</sup>	61,03 <sup>Ba</sup>
Amido	52,3 <sup>Aab</sup>	51,96 <sup>Aa</sup>	52,07 <sup>Ab</sup>	52,18 <sup>Ab</sup>	51,74 <sup>Ac</sup>	51,65 <sup>Ac</sup>
Amido + Caseína	52,79 <sup>Aa</sup>	52,63 <sup>Aa</sup>	53,56 <sup>Ab</sup>	54,51 <sup>Ab</sup>	54,3 <sup>Abc</sup>	54,88 <sup>Ab</sup>
Amido + Barbatimão	47,88 <sup>Ac</sup>	47,97 <sup>Ab</sup>	47,82 <sup>Ac</sup>	47,32 <sup>Ac</sup>	46,24 <sup>Ad</sup>	46,29 <sup>Ad</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	51,73 <sup>Cab</sup>	51,66 <sup>Ca</sup>	52,88 <sup>BCb</sup>	54,58 <sup>ABb</sup>	56,02 <sup>Ab</sup>	55,22 <sup>ABb</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância

**Tabela 10.** Valores médios da variação da diferença total de cor ( $\Delta E$ ) em goiabas com diferentes revestimentos comestíveis durante 12 dias de armazenagem.

Tratamento	-----Dias de armazenamento-----				
	3	5	8	10	12
Controle	6,93 <sup>Da</sup>	17,67 <sup>Ca</sup>	30,96 <sup>Ba</sup>	33,71 <sup>Aa</sup>	33,4 <sup>Aa</sup>
Amido	2,49 <sup>Cb</sup>	3,84 <sup>Cb</sup>	4,08 <sup>BCd</sup>	5,86 <sup>ABd</sup>	6,6 <sup>Ad</sup>
Amido + Caseína	2,79 <sup>Bb</sup>	4,19 <sup>Bb</sup>	8,84 <sup>Ab</sup>	9 <sup>Abc</sup>	10,8 <sup>Abc</sup>
Amido + Barbatimão	3,22 <sup>Cb</sup>	4,31 <sup>BCb</sup>	7,17 <sup>ABc</sup>	7,97 <sup>Ac</sup>	7,83 <sup>Ac</sup>
Amido + Caseína + Barbatimão	2,17 <sup>Bb</sup>	4,15 <sup>Bb</sup>	8,88 <sup>Ab</sup>	10,63 <sup>Abc</sup>	11,48 <sup>Ab</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste T (LSD), a 5% de significância.

## CONCLUSÕES

- O uso dos revestimentos comestíveis de caseína e amido é eficiente na redução de perda de massa das goiabas e a adição do extrato de barbatimão nos revestimentos comestíveis, para a redução da perda de massa não proporcionou mudanças significativas.
- A adição do extrato de barbatimão nos revestimentos comestíveis de amido e caseína proporcionou uma maior conservação da firmeza e sua coloração, evitando seu amarelecimento e clareamento.
- Desta forma, a utilização do barbatimão associado aos revestimentos comestíveis apresenta potencial para uma melhor conservação de goiabas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Paranaense pela estrutura oferecida e pela bolsa do

Programa Institucional de Treinamento Docente e Técnico Científico, os produtores rurais Falume Arita e Yumiko Moje Arita pelo fornecimento das goiabas e a Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, C.; BANKS, N.H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **Horticulture Reviews**, New York, v.26, p.161-238, 2001.
- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C.M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.3, p.413-419, 2003.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11ed. Washington. 1992. 1115p.
- AQUINO, A.B.; BLANK, A.F.; SANTANA, L.C. Impact of edible chitosan-cassava starch coatings enriched with *Lippia gracillis* Schauer genotype

- mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature. **Food Chemistry**, London, v.171, p.108-116, 2015.
- AVENA-BUSTILLOS, R.J. Application of casein-lipid edible film emulsions to reduce white blush on minimally processed carrots. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.4, n.4, p.319-329, 1994.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. 1 ed. São Paulo: Editora Nobel, 1993. 114p.
- BRACKMANN, A.; ANESE, R.O.; BOTH, V.; THEWES, F.R. FRONZA, D. Atmosfera controlada para o armazenamento de goiaba cultivar 'Paluma'. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.2, p.151-156, 2012.
- CERQUEIRA, T.S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F.F.; ALLEONI, A.C.C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.1, p.216-221, 2011.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 1ed. Lavras: Editora UFLA, 1990. 320p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: glossário**. 1ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 256p.
- CORREA-BETANZO, J.; JACOB, J.K.; PEREZ-PEREZ, C.; PALIYATH, G. Effect of a sodium caseinate edible coating on berry cactus fruit (*Myrtillocactus geometrizans*) phytochemicals. **Food Research International**, Toronto, v.44, n.7, p.1897-1904, 2011.
- COSTA, L.C.; DOS SANTOS, L.R.; DE FRANÇA, R.; DAVINI, G.; SHIRAI, M.A. Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v.8, n.2, p.16-31, 2017.
- COSTA, J.P.R.; ALMEIDA, A.C.; MARTINS, E.R.; RODRIGUES, M.N.; SANTOS, C.A.; MENEZES, I. R. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim-pimenta e do extrato bruto seco do barbatimão diante de bactérias isoladas do leite. **Biotemas**, Florianópolis, v.24, n.4, p.1-6, 2011.
- DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M.J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemistry**, London, v.91, p.751-756, 2005.
- EÇA, K.S.; SARTORI, K.; MENEGALLI, F.C. Films and edible coatings containing antioxidants – a review. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.17, n.2, p.98-112, 2014.
- FAKHOURI, F.M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P.V.M.; MILANEZ, C.R.; STEEL, C.J.; COLLARES-QUEIROZ, F.P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatinas na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.2, p.369-375, 2007.
- GENNADIOS, A.; WELLER, C.L.; HANNA, M.A.; FRONING, G.W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, v. 61, p.585-589, 1996.
- HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzido a partir do amido modificado de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1. p.231-240, 2008.
- HONG, K.; XIE, J.; ZHANG, L.; SUN, D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on post harvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.144, p.172-178, 2012.
- ISLAN, M.N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. **Food Chemistry**, London, v.48, n.1, p.75-78, 1993.

- LIMA, M.A.; DURIGAN, J.F. Conservação de goiabas ‘Pedro Sato’ associando-se refrigeração com diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.232-236, 2000.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba do plantio ao consumidor**: Tecnologia de produção, pós-colheita, comercialização. 1ed. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2001, 124p.
- OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Bastshc) revestidos com filmes a base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, p.28-33, 2003.
- OSHIRO, A.M.; SCALON, S.P.Q.; ARGANDOÑA, E.J.S.; ZÁRATE, N.A.H. Conservação pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’ em atmosfera modificada, associada ou não à refrigeração. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.14, p.294-302, 2011.
- PINHO, L.; SOUZA, P.N.S.; MACEDO SOBRINHO, E.; ALMEIDA, A.C.; MARTINS, E.R. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de alecrim – pimento, aroeira, barbatimão, ervabaleeira e do farelo da casca de pequi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p.326-331, 2012.
- PONCE, A.G.; ROURA, S.I.; DEL VALLE, C.E.; MOREIRA, M.R. Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: *In vitro* and *in vivo* studies. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.49, n.2, p.294-300, 2008.
- ROJAS-GRAÜ, M.A.; AVENA-BUSTILLOS, R.J.; OLSEN, C.; FRIEDMAN, M.; HENIKA, P.R.; MARTÍN-BELLOSO, O.; PAN, Z.; MCHUGH, T.H. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films. **Journal of Food Engineering**, London, v.81, n.3, p.634-641, 2007.
- ROJAS-GRAÜ, M.A.; TAPIA, M.S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. **LWT- Food Science and Technology**, Georgia, v.43, n.1, p.139-147, 2008.
- SOARES, N.F.F.; SILVA, D.F.P.; CAMILLOTO, G.P.; OLIVEIRA, C.P.; PINHEIRO, N.M.; MEDEIROS, E.A.A. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.281-289, 2011.
- SOUZA-FILHO, A.P.S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.3, p.357-364, 2002.
- SUPUT, D.Z.; LAZIC, V.L.; POPOVIC, S.Z.; HROMIS, N.M. Edible films and coatings – sources, properties and application. **Food and Feed Research**, Novi Sad, v.42, n.1, p.11-22, 2015.
- TESFAY, S.Z.; MAGWAZA, L.S.; MBILI, N.; MDITSHWA, A. Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.226, p.201-207, 2017.
- TRIGO, J.M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M.H.F.; SARMENTO, S.B.S.; LAI REYES, A.E.; SARRIÉS, G.A. Efeitos de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.15, n.2, p.125-133, 2012.
- TZOUMAKI, M.V.; BILIADERIS, C.G.; VASILAKAKIS, M. Impact of edible coatings and packaging on quality of white asparagus (*Asparagus officinalis*, L.) during cold storage. **Food Chemistry**, London, v.117, n.1, p.55-63, 2009.
- VALENZUELA, C.; TAPIA, C.; LÓPEZ, L.; BUNGER, A.; ESCALONA, V.; ABUGOCH, L.

Effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v.18, n.6, p.406-411, 2015.

VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; VILAS BOAS, E.V.B.;HOJO,E.T.D.;RODRIGUES,L.J.;PAULA, N.R.F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1435-1442, 2007.

VIÑA, S.Z. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts. **Food Chemistry**, London, v.103, n.3, p.701-709, 2007.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T. Influência de embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidiumguajava* L.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p.27-31, 2000.

YAN, Q.; HOU, H.; GUO, P.; DONG, H. Effects of extrusion and glycerol content on properties of oxidized and acetylated corn starch-based films. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v.87, n.1, p.707-712, 2012.

WERNER, E.T.; OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; BONA, A.P.; CAVATI, B.; GOMES, T.D.U.H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba Cortibel. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.511-518, 2009.