



CYTAL-ALACCTA 2019
Buenos Aires, 20 – 22 noviembre 2019

DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES DE PECTINA PLASTIFICADAS CON ISOMALT

E.G. Matta¹, N. Bertola.¹

¹*Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), CONICET, CIC, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, 47 y 116, La Plata (1900), Argentina.*

E-mail: mattaeliana@gmail.com

RESUMEN

Las películas y recubrimientos comestibles elaboradas a partir de productos naturales tienen un interés científico y comercial creciente debido a las necesidades de los procesadores de alimentos de nuevas técnicas de almacenamiento y las preocupaciones medioambientales sobre la eliminación de materiales de envasado no renovables.

La pectina extraída de diferentes fuentes vegetales, como la manzana y los cítricos, se puede utilizar para preparar películas comestibles. Las pectinas son una clase de polisacáridos complejos solubles en agua bien distribuidos en las paredes celulares de las plantas superiores. El grado de esterificación determina la solubilidad de la pectina, sus propiedades de gelificación y formación de película y, por lo tanto, su aplicabilidad industrial.

En la formulación de las películas se requiere la incorporación de agentes plastificantes, los cuales ayudan a mantener su integridad y aumentan la flexibilidad, sin embargo, también afectan sus propiedades de barrera al vapor de agua. En este trabajo se desarrollaron películas comestibles a base de pectina de alto metoxilo y se estudió el efecto del agregado de isomalt (polialcohol) sobre las propiedades mecánicas y de barrera de dichas películas. Para la elaboración de las películas se utilizó el biopolímero en una concentración de 1.5% y 3% (p/v) y diferentes concentraciones de isomalt (0.25; 0.50; 0.75; 1.0; 1.5 % p/v). Las películas se prepararon por moldeo y secado a 37°C. Se determinaron los valores de humedad, permeabilidad al vapor de agua (PVA), solubilidad, hinchamiento y las propiedades mecánicas. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANAVA).

La humedad aumentó con la concentración de pectina y la capacidad de hinchamiento disminuyó. En cuanto al contenido de isomalt se observó que las películas con mayor contenido de isomalt presentaron menor capacidad de hinchamiento y mayor humedad. Las películas resultaron 100% solubles en agua a temperatura ambiente. Respecto a la permeabilidad al vapor de agua se observó que las concentraciones de pectina e isomalt afectaron significativamente dicho parámetro obteniéndose mayores valores para la concentración de pectina más elevada y menores valores de PVA en las películas con mayor contenido de isomalt. La PVA de las películas con 1.5% de pectina sin isomalt fue de 4.24×10^{-11} g/Pa.m.s, mientras que las PVA de las películas

con 1,0 y 1.5% de isomalt fueron de 1.57×10^{-11} g/Pa.m.s y 1.53×10^{-11} g/Pa.m.s, respectivamente.

Se hicieron ensayos de tensión-deformación en un Texturómetro TA.XT2, Stable Micro System con el fin de evaluar las propiedades mecánicas de las películas. Las muestras con mayor contenido de isomalt, presentaron mayor elongación y menor tensión en la ruptura, lo que indica el efecto plastificante de isomalt.

Se pudo comprobar a través de ensayos mecánicos el efecto plastificante de isomalt en la formulación de películas comestibles en base a pectina de alto metoxilo. Isomalt es un poliol con baja capacidad de absorción de agua, por lo que su incorporación permitió la disminución de los valores de permeabilidad al vapor de agua en las películas de pectina.

Palabras claves: películas comestibles, plastificante, pectina, isomalt.

1. Introducción

La conservación de los alimentos implica la utilización de distintos tipos de envases que pueden producir problemas ambientales. Por ejemplo, los plásticos sintéticos, además de ser difíciles de reciclar, pueden permanecer en la naturaleza por tiempos prolongados. Una alternativa, en el caso de envases flexibles, que ha ganado importancia en los últimos años, es la utilización de materiales biodegradables desarrollados con biopolímeros como las proteínas y los polisacáridos.

Las películas comestibles se obtienen a partir de suspensiones de grado alimenticio y generalmente se moldean como láminas sólidas sobre superficies inertes. Se secan y se ponen en contacto con los alimentos como envoltorios, bolsas y/o recubrimientos a través de un procesamiento posterior (Mellinas y col., 2015).

La pectina extraída de diferentes fuentes vegetales, como la manzana y los cítricos, se puede utilizar para preparar películas comestibles. Es un biopolímero constituido principalmente por ácido galacturónico, y que gracias a sus propiedades gelificantes y de absorción se emplea en la industria de los alimentos, cosmética y farmacéutica. Las pectinas se pueden clasificar en dos grupos, en alto o bajo índice de metoxilo, si tienen más o menos del 50% de los grupos carboxílicos esterificados respectivamente.

En la fabricación de películas comestibles, especialmente en las basadas en polisacáridos y proteínas, se requiere la incorporación de un plastificante, ya que la estructura de estas es a menudo frágil y rígida debido a las extensas interacciones entre las moléculas de polímero (García y col., 1998). Los polioles resultan buenos plastificantes para materiales biodegradables. Isomalt es un alcohol disacárido compuesto por una mezcla de dos alcoholes disacáridos derivados de la hidrogenación de isomaltulosa. Se ha utilizado como aditivo alimentario, principalmente debido a su bajo índice glucémico y bajo valor calórico (Pourmohammadi y col., 2018). Sin embargo, aún no se dispone de información bibliográfica respecto al efecto de la incorporación de isomalt sobre las propiedades fisicoquímicas de películas y recubrimientos comestibles.

La funcionalidad de las películas comestibles depende principalmente de sus propiedades mecánicas y de barrera, que a su vez dependen de la composición de la película (Fadini y col., 2013). La absorción de agua por los biopolímeros a menudo produce hinchamiento y cambios conformacionales. El agua absorbida plastifica la matriz de la película, lo que conduce a una estructura menos densa, lo que aumenta la permeabilidad.

Los objetivos del presente trabajo fueron desarrollar películas comestibles a base de pectina de alto metoxilo y estudiar el efecto del agregado de Isomalt sobre las propiedades mecánicas y de barrera de dichas películas.

2. Materiales y métodos

2.1. Obtención de las películas

Se utilizó pectina de alto metoxilo (HMP) de manzana que fue suministrada por Grupo Saporiti S.A (Buenos Aires, Argentina). Las películas se prepararon a partir de soluciones filmogénicas obtenidas con dos concentraciones diferentes de HMP, 1.5 y 3% p/v, y cinco concentraciones de isomalt (I), 0.25; 0.50; 0,75; 1.0; 1,5 % p/v. La pectina y el isomalt se mezclaron con agua destilada mediante agitación magnética hasta completa disolución.

Las películas se obtuvieron por moldeo y secado en estufa a 37°C. Se emplearon como muestras control películas con 1.5 y 3% de pectina y sin agregado de isomalt.

2.2. Determinación del contenido de humedad, solubilidad y capacidad de hinchamiento

Se determinó el contenido de humedad de las películas mediante el método de secado en estufa a 105°C hasta peso constante. Las muestras se pesaron antes y luego de ser secadas y por diferencia de peso se calculó el porcentaje de humedad en base seca.

Por otro lado, se recortaron cuadrados de 2 cm x 2 cm de lado de las diferentes películas de pectina e isomalt, y se agitaron durante 1 hora en vasos de precipitado con 80 ml de agua destilada a temperatura ambiente (se empleó una malla metálica para separar el buzo magnético de la película dentro del vaso de precipitado).

Para determinar la capacidad de hinchamiento de las diferentes muestras, se cortaron películas de 4cm², y se colocaron en un recipiente con una humedad relativa del 100%. Se registró el aumento de peso cada una hora y durante 8 hs. El porcentaje final de hinchamiento se calculó como la diferencia entre el peso final y el inicial.

Todos los ensayos se realizaron por triplicado.

2.3 Permeabilidad al vapor de agua

La permeabilidad al vapor de agua se midió siguiendo el método ASTM E96 con algunas modificaciones. Una vez obtenidas las películas, se acondicionaron en una cámara a 65% de HR y 20°C. Luego de 48 hs, se cortaron y colocaron sobre una celda de permeabilidad, la cual contenía gel de sílice. Las celdas se introdujeron en recipientes que contenían solución salina de NaCl, cuya humedad relativa es del 75% a 20°C. Se registró el aumento de peso en función del tiempo y la permeabilidad expresada en g/Pa.m.seg se calculó según Matta y col. (2019). Las mediciones para cada muestra se hicieron por triplicado.

2.4 Determinación de las propiedades mecánicas mediante texturómetro.

Se realizaron ensayos de tracción en texturómetro TA.X.T2.i – Stable Micro Systems (Reino Unido) empleando mordazas de tensión A/TG. Las películas se cortaron en probetas de 10 cm×0.6cm. La separación de las mordazas de tracción se fijó en 5 cm.

Se realizaron al menos diez mediciones para cada formulación. Los resultados obtenidos se analizaron por medio del software Texture Expert para obtener los valores de elongación y de tensión a la rotura.

2.5 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza por separado para las variables dependientes de humedad, solubilidad, hinchamiento, permeabilidad al vapor de agua, elongación y tensión a la rotura. Las variables independientes del diseño fueron: concentración de pectina (1.5 o 3%) y concentración de isomalt (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5%). Para comparaciones de medias, se empleó el test de menor diferencia significativa (LSD) con $P > 0.05$. Todos los procedimientos estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico Infostat v2009 (Argentina).

3. Resultados y discusión

3.1. Determinación del contenido de humedad, solubilidad y capacidad de hinchamiento

Como se puede ver en la **figura 1**, el contenido de humedad aumentó con la concentración de pectina y por otro lado el incremento de isomalt disminuyó la humedad de las películas a ambas concentraciones.

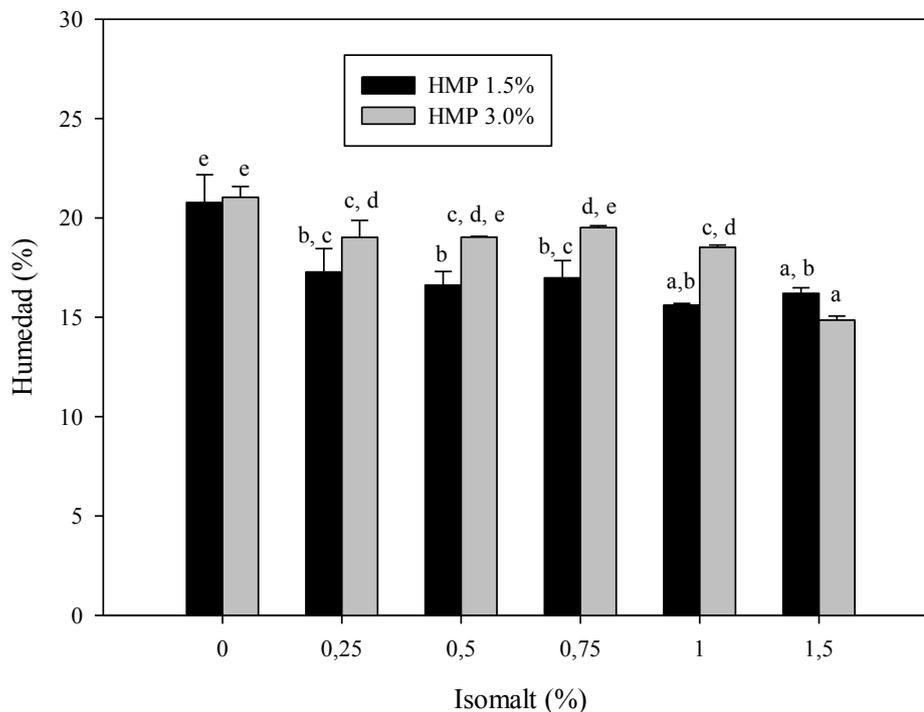


Figura 1. Humedad de las películas con HMP según concentración de isomalt.

El hinchamiento y la solubilidad son dos propiedades importantes que pueden utilizarse para determinar la resistencia al agua de una película (Yu y col., 2014). Todas las películas de HMP fueron 100% solubles en agua a temperatura ambiente, lo que evidencia las características altamente higroscópicas de las pectinas. Como se

puede ver en la **figura 2** las películas con mayor concentración de pectina presentaron un menor hinchamiento, probablemente debido a que el espesor de estas era mayor con respecto a los films con menor concentración de pectina. Para las muestras HMP 1,5%, el incremento de isomalt disminuyó la capacidad de hinchamiento de estas. Por ejemplo, el hinchamiento de las películas de pectina al 1.5% sin isomalt fue del 65,02%, mientras que para las películas de 1,5% p/v de pectina con 1,5 % p/v de isomalt fue del 48,40%. Isomalt tiene una gran cantidad de grupos -OH que aumentan sus posibilidades de interactuar con el agua, lo que limita la disponibilidad de agua para unirse a la pectina (Pourmohammadi et al., 2018). Sin embargo, en el caso de las películas HMP 3% (**Figura 2**), este efecto no fue tan claro y no se vieron diferencias significativas.

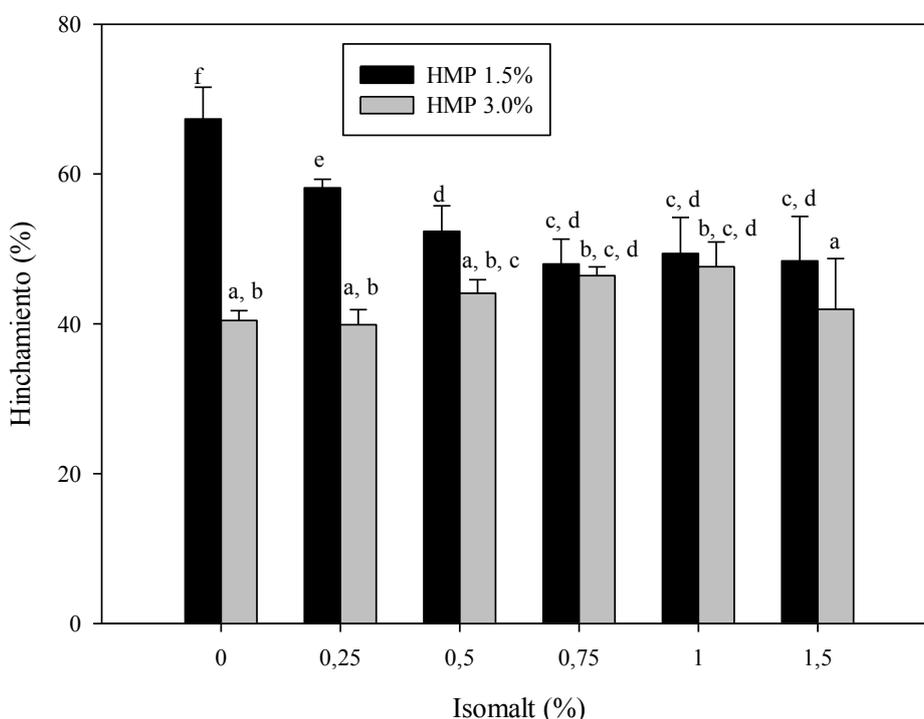


Figura 2. Hinchamiento de las películas HMP con diferentes concentraciones de isomalt.

3.2 Permeabilidad al vapor de agua

En la **figura 3** se representa la permeabilidad al vapor de agua de las diferentes muestras. Se observa que la PVA de las películas aumentó con el incremento en la concentración de pectina. Maftoonazad y col. (2007) obtuvieron el mismo comportamiento. Esto puede atribuirse al mayor número de grupos hidroxilos libres, que pueden interactuar en mayor proporción con el agua y así favorecer la transmisión del vapor de agua a través de la película. Según Higushi y Aguiar (1959), la PVA de las películas depende del número de grupos polares que contiene el polímero, y de esta manera, a mayor disponibilidad de grupos polares mayor será la velocidad con la que las moléculas de agua atraviesan la película.

Por otro lado, se puede decir que el aumento de la concentración de isomalt influyó en la permeabilidad de las películas, disminuyendo su capacidad de barrera,

ya que como se mencionó en la sección 3.1, isomalt tiene gran cantidad de grupos hidroxilos que pueden interactuar con el agua, limitando la posibilidad de esta de unirse a la pectina.

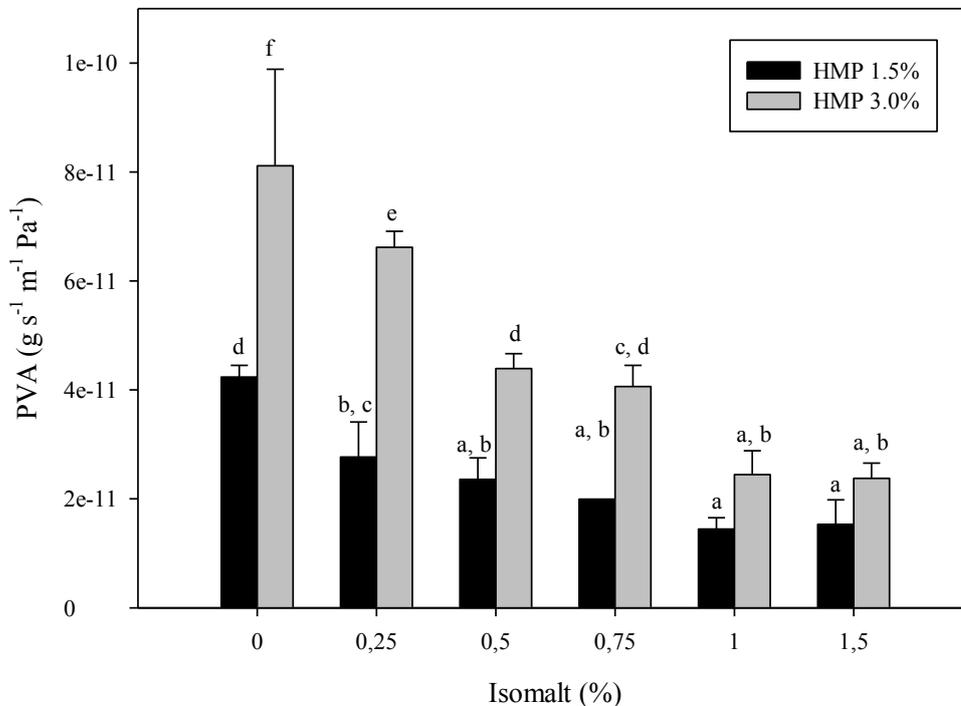


Figura 3. Permeabilidad al vapor de agua de las películas HMP con diferentes concentraciones de isomalt.

3.3 Determinación de las propiedades mecánicas mediante texturómetro

En la **tabla 1** se presentan los resultados obtenidos para la elongación a la rotura de todas las películas ensayadas. Las películas exhibieron un aumento en la elongación a la rotura con el incremento de la concentración. Estos resultados concuerdan con los observados por (Maftoonazad et al., 2007). Las propiedades mecánicas de las películas de pectina cambiaron considerablemente con el uso de isomalt. El aumento de la cantidad de isomalt produjo películas más débiles y más deformables. La elongación de las películas con HMP 3% e I 1,5% se incrementó en 2.28 veces respecto a la muestra control. Para el caso de las películas HMP 1.5% este incremento fue aún mayor (3,9 veces) respecto a la muestra sin isomalt. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Maftoonazad y col. (2007).

Tabla 1. Porcentaje de elongación a la rotura de las películas.

	I 0 %	I 0.25%	I 0.50%	I 0.75%	I 1.0%	I 1.5%
HMP 1.5%	4.04±1.38 ^a	7.87±4.05 ^b	12.41±5.40 ^{c,d}	14.17±4.29 ^{c,d}	14.7±4.52 ^{c,d}	15.74±1.86 ^d
HMP 3%	11.83±4.83 ^{c,d}	14.22±4.95 ^c	10.26±4.51 ^{b,c}	21.65±4.5 ^d	24.28±5.44 ^{d,f}	26.99±3.34 ^f

Por otro lado, hay que señalar que la tensión en la ruptura disminuyó con el agregado de isomalt. Las muestras de HMP 1.5% y HMP 3% sin isomalt exhibieron valores promedio de 57,79 y 53,88 MPa respectivamente. Mientras que los valores promedios más bajos de tensión variaron entre 23,66 y 34,56 MPa para las películas de las dos concentraciones de pectina con 0.50, 0.75, 1.0 y 1.5 % p/v de isomalt. Por lo tanto, podríamos decir que el isomalt actúa como un plastificante para las películas de pectina ya que aumenta la elongación a la rotura y disminuye la tensión.

4. Conclusiones

Las películas preparadas con pectina e isomalt presentaron mejores cualidades que las películas elaboradas sólo con pectina. Al analizar el efecto del isomalt, se puede concluir que su uso permitió obtener films con mejores propiedades de barrera y mecánicas. Isomalt resultó ser un agente plastificante para la pectina, dando películas con menor permeabilidad al vapor de agua y mayor elongación a la rotura. Si bien las películas con HMP 3% resultaron más deformables, éstas presentaron mayores valores de PVA, por lo que considerar una concentración de HMP 1,5% para la elaboración de películas sería más conveniente.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

6. Referencias

- Fadini, A. L.; Rocha, F. S.; Alvim, I. D.; Sadahira, M. S.; Queiroz, M. B.; Alves, R. M.V.; Silva, L. B. (2013). Mechanical properties and water vapour permeability of hydrolysed collagen-cocoa butter edible films plasticised with sucrose. *Food Hydrocolloids* 30, 625-631.
- García, M.A., Martino M.N. y Zaritzky N.E. (1998). Plasticizer effect on starch-based coatings applied to strawberries (*Fragaria xananassa*). *Journal of Agriculture Food and Chemistry*. 46: 3758-3767.
- Higuchi, T., Aguiar, A. (1959). Study of Permeability to Water Vapor of Fats, Waxes, and Other Enteric Coating Materials. *Journal of the american pharmaceutical association*. 48 (10), 574-583.
- Maftoonazad, N.; Ramaswamy, H.S.; Marcotte, M. (2007). Evaluation of factors affecting barrier, mechanical and optical properties of pectin-based films using response surface methodology. *Journal of Food Process Engineering*. 30, 539-563.
- Matta, E.; Tavera-Queiroz, M.J.; Bertola N. (2019). Active edible films of methylcellulose with extracts of green apple (Granny Smith) skin. *International Journal of Biological Macromolecules*. 124, 1292-1298.
- Mellinas, C.; Valdés, A.; Ramos, M.; Burgos, N.; Garrigós, M.; Jiménez, A. (2015). Active edible films: Current state and future trends. *Journal of Applied Polymer Science*. 42631, 1-15.
- Pourmohammadi, K.; Abedi, E.; Mohammad, S.; Hashemi, B.; Torri, L. (2018). Effects of sucrose, isomalt and maltodextrin on microstructural, thermal, pasting and textural properties of wheat and cassava starch gel. *International Journal of Biological Macromolecules*. 120, 1935-1943.
- Yu, S.H.; Tsai, M.L.; Lin, B.X.; Lin, C.W.; Mi, F.L. (2015). Tea catechins-cross-linked methylcellulose active films for inhibition of light irradiation and lipid peroxidation induced b-carotene degradation. *Food Hydrocolloids*. 44, 491-505.