

CAMBIOS EN LA PERMEABILIDAD Y PROPIEDADES MECANICAS DE PELICULAS BICAPA DE ALGINATO Y QUITOSAN EN DIFERENTES HUMEDADES RELATIVAS

Reyes Avalos M. C.^a, Contreras Esquivel J. C.^a, Aguilar González C. N.^a, Montañez Saenz J. C.^a y Meza Velázquez J. A.^{b*}

^a Facultad de Ciencia Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. Venustiano Carranza y Salvador González Lobo S/N Colonia República Oriente 25280 Saltillo, Coahuila.

^b Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Durango. CP 35020

jameza20002000@yahoo.com.mx

RESUMEN

Las frutas y hortalizas tiene un periodo relativamente corto de almacenamiento, para ello se han desarrollado diversos métodos y prolongar si vida de anaquel; uno de estos métodos es la aplicación de películas comestibles. En esta investigación, películas comestibles, en forma de bicapa, fueron elaboradas a partir de alginato, quitosano y aceite de oliva. Las películas formadas fueron expuestas a dos humedades relativas (21 y 100%) y se les determinó permeabilidad a CO₂ y etileno, así como propiedades mecánicas como Módulo de Young, fuerza de tensión y fuerza de punción. Los resultados mostraron que las películas tuvieron mayor permeabilidad al CO₂ en humedad relativa al 100%, la permeabilidad al etileno no tuvo cambio. Además, sus propiedades mecánicas fueron mejores cuando éstas estaban en condiciones de alta humedad. Por lo que, el uso de esta películas en frutas y hortalizas pueden ser benéfico.

ABSTRACT

Fruit and vegetables have a relatively short period of storage, and for this reason variety of methods have been developed to prolong their shelf life; a method is the application of edible films. In this research, edible films, forming bilayer, were made from alginate, chitosan and olive oil. The films were exposed to two relative humidities (21 and 100 %) and were determined to CO₂ and ethylene permeability, as well as mechanical properties such as Young Module, Tensile strength and puncture force. The results showed that the films had a greater permeability to CO₂ in relative humidity at 100 %, and the permeability to ethylene did not change. In addition, their mechanical properties were better when they were in high humidity conditions. So using this film in fruits and vegetables can be beneficial.

Palabras clave: Películas comestibles, alginato, quitosano

Área: Otros.

INTRODUCCIÓN

El uso de películas y recubrimientos comestibles se remonta en el siglo XIV, cuando cubiertas de grasa se aplicaban a cortes de carne para conservarla por mayor tiempo (Hardenburg, 1967). Esta función de las películas ha sido estudiada a lo largo de los años, por ejemplo, ceras para preservar frutas (Olivas y Barbosa-Cánovas, 2005), películas a base de polisacáridos aplicadas en carne y pollo congelados (Guilbert *et al.*, 1996), etc. La aplicación de películas comestibles tiene la función de disminuir el intercambio gaseoso y promover un ambiente modificado en el interior del vegetal, disminuir la deshidratación, y con ello aumentar su vida de anaquel. Además, pueden ser consumidas con el alimento, y ser transportadoras de nutrientes y aditivos como agentes antioxidantes, antimicrobianos, mejoradores de textura, etc. (Guilbert *et al.*, 1996; Brancoli *et al.*, 1996; Krochta y De Mulder-Johnston, 1997); y pueden mejorar las propiedades mecánicas y de manejo del alimento e impartir una mayor integridad a la estructura del mismo (Kester y Fennema, 1986). Uno de los problemas fundamentales de las películas es que sus propiedades físicas y mecánicas cambian según el ambiente en el que se encuentren, de tal manera que pueden perder sus propiedades de barrera a los gases y vapor de agua así como su resistencia a la manipulación (Cisneros and Krochta, 2003a,b).

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de dos humedades relativas (HR) sobre las propiedades de barrera al CO₂ y etileno, y propiedades mecánicas de películas bicapa de alginato y quitosano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usó alginato de sodio adquirido en Cytcsa S.A de C.V., quitosano extraído de caparacho de camarón, aceite de olivo, lecitina de soya, monoestearato de propilenglicol y estándares de CO₂ y etileno de Sigma-Aldrich Company.

Película de Alginato de sodio. Se preparó diluyendo 1% (p/v) de alginato de sodio en agua destilada a 70 °C con agitación constante en una placa de calentamiento con agitación magnética (Daihan Labtech Co., LTD, Namyangiu, Corea), posteriormente se enfrió hasta 10 °C para su completa hidratación; luego se agregaron 0.25 % (p/v) de monoestearato de propilenglicol, 0,5% de lecitina de soya y 15 % (v/v) de aceite de olivo. La mezcla se agitó con un homogeneizador Ultraturrey T18 (IKA® Works, Inc, Wilmington, EUA) a 15,000 rpm durante 10 min. La emulsión formada se enfrió a 25 °C y se aplicó para formar la película.

Película de Quitosano. Quitosano se diluyó al 1% (p/v) en una solución de ácido láctico al 1% (v/v) a 25 °C con agitación constante (Daihan Labtech Co., LTD, Namyangiu, Corea), posteriormente se agregaron 0.25 % (p/v) de monoestearato de propilenglicol, 0,5% de lecitina de soya y 5 % (v/v) de aceite de olivo. La mezcla se agitó con un

homogeneizador Ultraturrey T18 (IKA® Works, Inc, Wilmington, EUA) a 15,000 rpm durante 10 min. La emulsión formada se enfrió a 25 °C y se aplicó para formar la película.

Formación de la película. La solución obtenida a base de alginato de sodio fue extendida por gravedad en una placa de vidrio, simulando la forma de aplicación en un fruto. Una vez extendida fue sumergida en una solución de cloruro de calcio al 2% (p/v) por 2 minutos para gelificar el alginato. La película se dejó secar a temperatura ambiente y sobre ella fue aplicada una capa de la solución de quitosano, extendida por gravedad, y dejada secar al ambiente. Una vez secas, se determinó el espesor de las mismas con un micrómetro, obteniéndose lecturas de 0.05 mm.

Tratamientos. Las películas formadas, fueron colocadas sobre la boca de desecadores de laboratorio, de manera que las cubrieran completamente, y luego se colocó la tapa del mismo encima, de modo que la película dividiera el volumen entre la tapa y la base del desecador. Se colocaron septas en la tapa y la base del desecador para muestrear los gases arriba y debajo de la película. Además, en un desecador se pusieron 100 ml de agua destilada (100% HR); la humedad relativa ambiente, a lo largo del experimento, fue de 21%. Una vez tapados los desecadores, se sellaron con cinta adhesiva y colocaron prensas en la tapa. Los desecadores se dejaron equilibrar por 24 horas a temperatura ambiente (26°C). Luego, se inyectaron, en la parte inferior del desecador, 1 ml de etileno al 99.99% y 30 ml de CO₂ al 99.99%. Posteriormente, muestras de gases fueron tomadas cada 15 min, arriba y debajo de la película, y analizadas por cromatografía de gases para determinar la permeabilidad. También, las películas expuestas a las 2 condiciones de HR, se cortaron en láminas rectangulares y analizadas sus propiedades mecánicas en un texturómetro.

Determinación de CO₂ y etileno. Un mL de los gases que separa la película en el desecador, arriba y debajo del mismo, se inyectó en un cromatógrafo de gases y se determinó la respuesta de los mismos. Para la extracción de los gases se usó una jeringa de 5 mL para espacio de cabeza. El cromatógrafo de gases fue un HP 6820 (Agilent Technology, CA, EUA) adaptado con una columna Carboxen (**Supelco**, PA, EUA) de 30 m x 0.5 mm x 0.25 µm, un detector de conductividad térmica (TCD) para analizar CO₂ y un detector de ionización de flama (FID) para etileno. Las condiciones del cromatógrafo fueron 100°C en el horno, 300°C en el FID, 170°C en el TCD y 70°C en el inyector; el proceso se llevó isotérmicamente.

Módulo de Young y Fuerza de tensión. 20 láminas de películas de cada tratamiento, con dimensiones de 50 x 20 x 0.075 mm, fueron sometidas a tensión en un texturómetro Texture Analyzer TAXT plus (Stable Micro Systems, Inglaterra) con una velocidad y distancia de desplazamiento de 0.5 mm/s y 15 mm respectivamente. Los datos fueron recolectados en el software Exponent 6.1.4.0. La fuerza de tensión fue la máxima fuerza alcanzada antes de la ruptura de la lámina, y el módulo de Young calculado con la

pendiente de la línea recta alcanzada al inicio del proceso de tensión en una gráfica de esfuerzo contra stress.

Fuerza de punción. Películas de cada uno de los tratamientos fueron comprimidas con un punzón de 2 mm de diámetro hasta la rotura de la misma en el texturómetro. Las condiciones del análisis fueron una velocidad de cabezal de 3 mm/s y una distancia de recorrido de 5 mm. Se determinó la fuerza máxima alcanzada y se realizaron 40 repeticiones por tratamiento. Los datos fueron recolectados en el software Exponent.

RESULTADOS

Modulo de Young, Fuerza a la Tensión y Fuerza a la punción. En la figura 1, se puede observar que las películas a base de alginato-quitosano-lípido fueron muy afectadas por las condiciones de humedad relativa (HR). Las películas en condiciones de 100% de HR tuvieron un valor mucho menor de módulo de Young que las que estaban a 21%.

Con respecto a la Fuerza de Tensión de las mismas, en la gráfica 2 se ilustra una mayor fuerza de ruptura de la películas expuestas a 21% de HR, haciendo a estas muestras más tenaces, pero a la vez, más quebradizas.

Los resultados de la fuerza a la punción mostraron un mayor valor en las películas que estaban a 100% de HR, pudiendo indicar una mayor resistencia a la manipulación de estos materiales. Lo anterior sería de gran beneficio cuando ya sean colocadas en un alimento.

Permeabilidad a CO₂ y etileno. Los resultados de la permeabilidad de la película comestible de alginato-quitosano-lípido, mostraron que el CO₂ presentó mayores velocidades de permeabilidad cuando estuvieron a 100% de HR que su contraparte a 21%. Para ésto, se determinó un periodo de velocidad constante en ambas análisis; los datos mostraron que a 21% de HR la velocidad de permeación aumentaba 0,85 unidades por minuto, mientras que a 100% HR aumentaba 3.77 unidades por minuto. Los resultados se muestran en la figura 2.

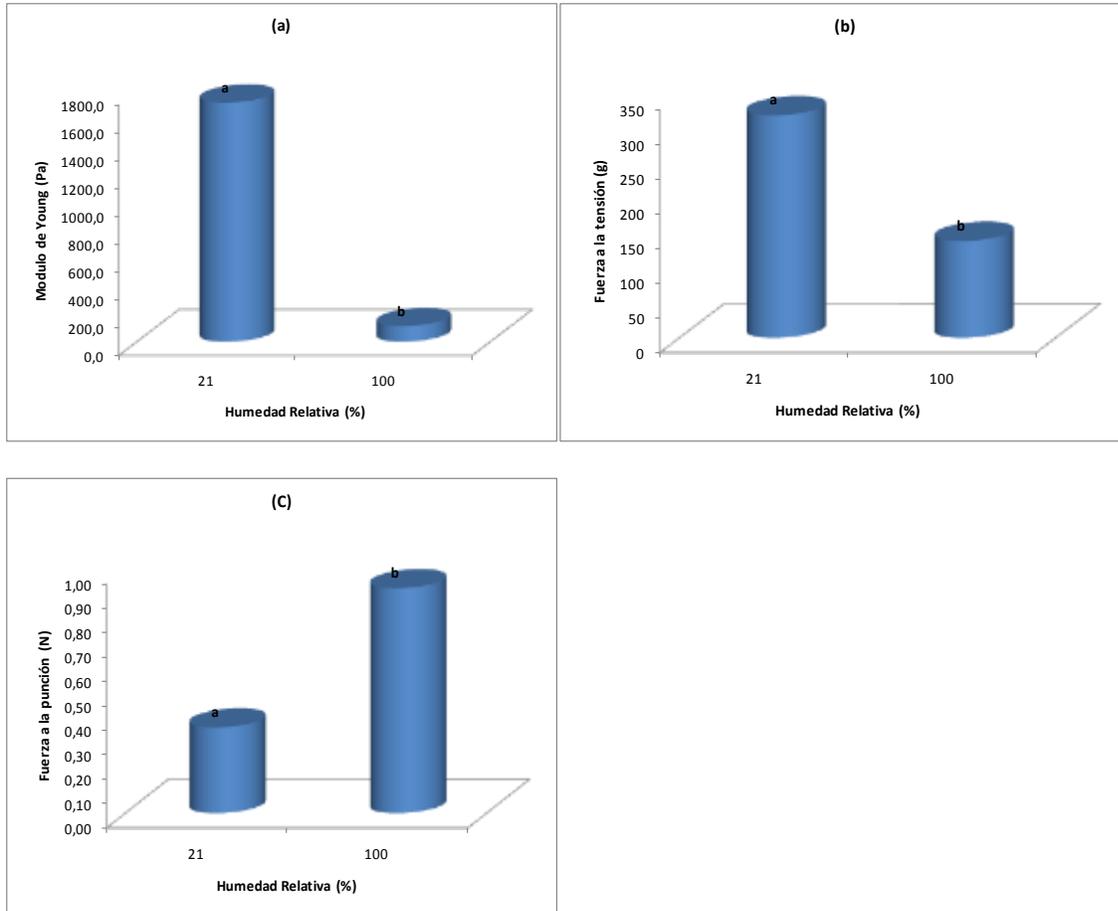


Figura 1. Graficas de módulo de Young (a), fuerza a la tensión (b) y fuerza a la punción (c) de película a base de alginato-quitosano-lípido a 21 y 100% de HR.

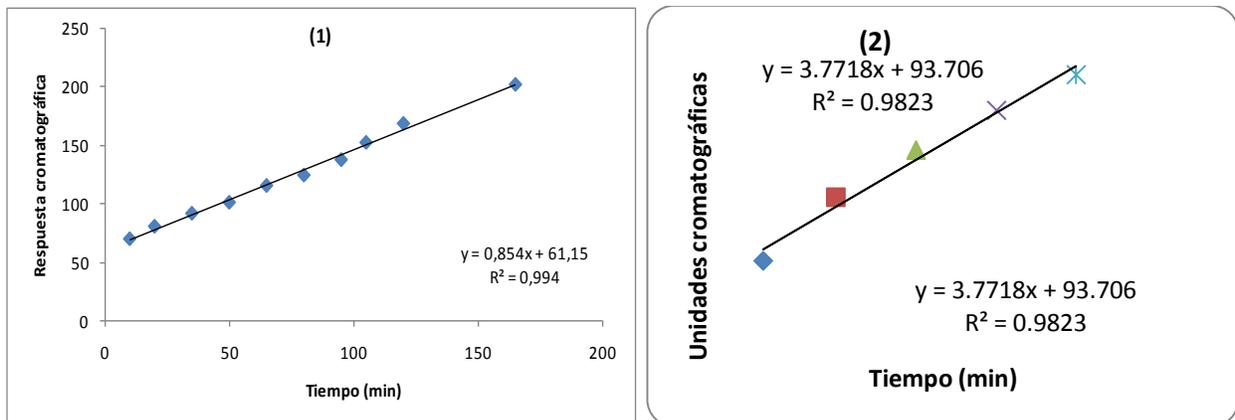


Figura 2. Permeabilidad de películas de alginato-quitosano-lípido a CO₂ en un ambiente de 21% (1) y 100% (2) de humedad relativa.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican una mayor elasticidad y fuerza a la punción de las películas expuestas a 100% de HR, lo que confirma la necesidad de cierta cantidad de humedad en las películas comestibles para mejorar sus propiedades mecánicas y puedan resistir el manejo al ser puestas en algún alimento.

Se usaron gases presentes en el metabolismo de los vegetales, ya que esta película se piensa utilizar en los mismos. La permeabilidad de las películas fue diferente dependiendo del gas que fue aplicado, ya que el CO₂ tuvo altas permeabilidades a alta HR y no así el etileno. Por lo que, aparentemente, es posible su aplicación en frutas y hortalizas sin promover procesos metabólicos anaerobios y sin acumulación de etileno en su interior.

BIBLIOGRAFÍA

- Brancoli, N.; Palou, E., Gustavo V.; Barbosa-Canovas, G. V.; Guerra, M. 1996. Edible films and coatings in food processing: a review, pp 247-258
- Cisneros-Zevallos L. and Krochta, J.M. 2003a. Whey Protein Coatings for Fresh Fruits and Relative Humidity Effects. *Journal of Food Science*. 68 (1): 176-181.
- Cisneros-Zevallos L. And Krochta J.M. 2003b. Dependence Of Coating Thickness On Viscosity Of Coating Solution Applied To fruits And Vegetables By Dipping Method. *Journal of Food Science*. 68 (2): 503-510.
- Guilbert, S.; Gontard, N.; Gorris, L. G. M. 1996. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 29, 10-17.
- Hardenburg, R. E. 1967. Wax and related coatings for horticultural products. A bibliography. *Agricultural Research Bull.*, 15-15. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.
- Kester, J. J.; Fennema. O. R. 1989. An edible film of lipids and cellulose ethers: barrier properties to moisture vapor transmission and structural evaluation. *Journal of Food Science* 54 (6), 1383-1389.
- Krochta, J. M.; De Mulder-Johnston, C. 1997. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology* 51 (2), 61-74.
- Olivas, G. I.; Barbosa-Cánovas, G. V., 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. *CRC Critical Reviews Food Science and Nutrition* 45, 657-670