

PELÍCULAS DE QUITOSANO-ALMIDÓN: PREPARACIÓN Y ANÁLISIS DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO

Alejandro Gobbi, María V. Debandi, Nora J. François
Grupo de Aplicaciones de Materiales Biocompatibles, ITPN (UBA-CONICET)
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850. C1063ACV.
Buenos Aires. ARGENTINA
nfranco@fi.uba.ar

Introducción

En los últimos años la creciente preocupación por el impacto ambiental favoreció el desarrollo de películas poliméricas a partir de recursos renovables.

El quitosano es un biopolímero que puede generar películas biodegradables. Es un polisacárido l compuesto por una mezcla de cadenas de unidades $\beta(1-4)$ -2-acetamido-2-desoxi-D-glucosa y $\beta(1-4)$ -2-amino-2-desoxi-D-glucosa.

Con la intención de modificar las propiedades de las películas y abaratar los costos de producción, se pueden preparar películas a partir de mezclas de biopolímeros. El almidón es un polímero natural de bajo costo, compuesto de amilosa y amilopectina, totalmente biodegradable.

Se han seleccionado al quitosano y al almidón de papa para preparar y caracterizar películas con potenciales aplicaciones en la industria alimenticia.

Se evaluó el efecto del tratamiento térmico sobre el comportamiento mecánico y de barrera de las películas preparadas con una proporción másica quitosano:almidón, 70:30.

Materiales y Métodos

Se utilizaron quitosano (Q) de peso molecular medio y grado de deacetilación del 85 % (Aldrich-Chemistry), almidón de papa hidrolizado (A) (Sigma-Aldrich) y ácido láctico (AL) 85-90% m/m (Cicarelli) pa.

La solución filmogénica se obtuvo mezclando la dispersión de Q en AL 1% m/v con A gelatinizado mediante agitación mecánica con una concentración 3% m/m de polímero total (proporción Q:A=70:30).

Se prepararon las películas (QA) por casting y secado directo utilizando placas de Petri de vidrio. El secado inicial se realizó a $50 \pm 1^\circ\text{C}$ y luego a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta peso constante.

Los tratamientos térmicos (TT) consistieron en someter las muestras QA a un calentamiento a 100°C durante 1 hora en ausencia (muestras QAT) o en presencia de vapor de agua (muestras QATV).

Todas las películas, con y sin TT, se almacenaron a 25°C y humedad ambiente antes de someterlas a los ensayos experimentales.

Ensayos de tracción uniaxial

Se realizaron ensayos de tracción uniaxial con una máquina de Ensayos Universales INSTRON, siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM D 882 – 02. Se utilizó una velocidad de 10mm/min.

Se obtuvieron la tensión (T_{rot}) y la deformación porcentual (D_{rot}) a la rotura.

Ensayo de incorporación de solvente

La capacidad de incorporación de solvente se determinó sumergiendo las películas en agua desionizada a $25\pm 1^\circ\text{C}$ midiendo a intervalos de tiempo la masa de la película húmeda. El porcentaje de absorción de agua ($Q_{\%}$) se calculó con la ecuación (3).

$$Q_{\%}(t) = \frac{m_{\text{película húmeda}} - m_{\text{película seca}}}{m_{\text{película seca}}} \times 100 \quad (3).$$

Siendo:

$m_{\text{película húmeda}}$: masa de la película a tiempo t

$m_{\text{película seca}}$: masa inicial de la película.

Transmisión de vapor de agua (WVT)

Los ensayos gravimétricos se realizaron según el método desecante descrito en la norma ASTM E 96:00.

Se utilizaron celdas de acrílico de $7,07 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$ de área de transferencia. Las experiencias se llevaron a cabo a $25\pm 1^\circ\text{C}$ y 75% de humedad relativa.

Las variaciones de peso de las celdas se registraron con una balanza analítica ACCULAB.

Se determinaron la WVT y la permeancia (P) según las ecuaciones (1) y (2) respectivamente:

$$WVT = \frac{(G/t)}{A} \quad (1)$$

$$P = \frac{WVT}{p_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{V}} * (Hr_1 - Hr_2)} \quad (2)$$

Siendo:

G/t : pendiente de la recta obtenida al representar la masa de agua absorbida vs. tiempo.

A : área de transferencia de la celda.

$p_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{V}}$: presión de vapor del agua a 25°C

Hr_1 : humedad relativa en el exterior de la película (75%, solución saturada de NaCl)

Hr_2 : humedad relativa en el interior de la celda (0%)

Resultados y discusión

El TT a 100°C sin vapor no produce la descomposición de los biopolímeros utilizados pero produce una deshidratación del material [1].

La **Figura 1** muestra los resultados de los ensayos mecánicos. Los TT disminuyen levemente la tensión a la rotura (T_{rot}) pero la deformación porcentual (D_{rot}) disminuye significativamente cuando el TT se realiza en presencia de vapor.

El TT produciría una reorganización estructural como consecuencia del incremento de la movilidad de las cadenas moleculares que resulta mayor en presencia de vapor de agua. Con ambos TT la amilosa rompería su estructura de triple hélice alcanzada por el fenómeno de retrogradación [2] y se incrementaría la formación de enlaces puente hidrógeno entre las cadenas de amilosa y de quitosano resultando una matriz más rígida.

Se ha encontrado que para películas QA, el aumento del contenido de humedad de las mismas disminuye sensiblemente la temperatura de transición vítrea (T_g) [3] por lo que el TT en presencia de vapor de agua sería más efectivo en la formación de los enlaces intermacromoleculares.

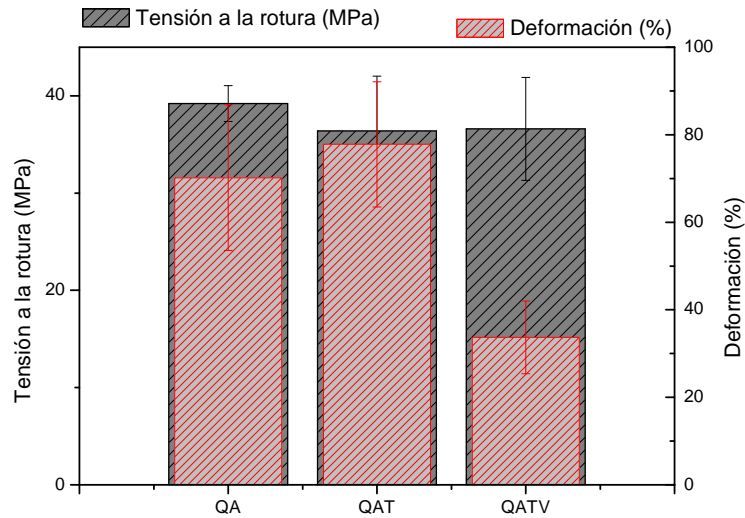


Fig.1: Efecto del tratamiento térmico sobre el comportamiento mecánico de las películas QA

En la **Figura 2** se observan las curvas de hinchamiento en función del tiempo. Las películas tratadas térmicamente muestran un porcentaje de hinchamiento de equilibrio y evidencian una menor capacidad de incorporación de agua respecto a la película sin tratamiento probablemente como consecuencia del aumento de interacciones intermacromoleculares, como ocurre en el caso de gránulos y geles de almidón con TT en presencia de vapor [4].

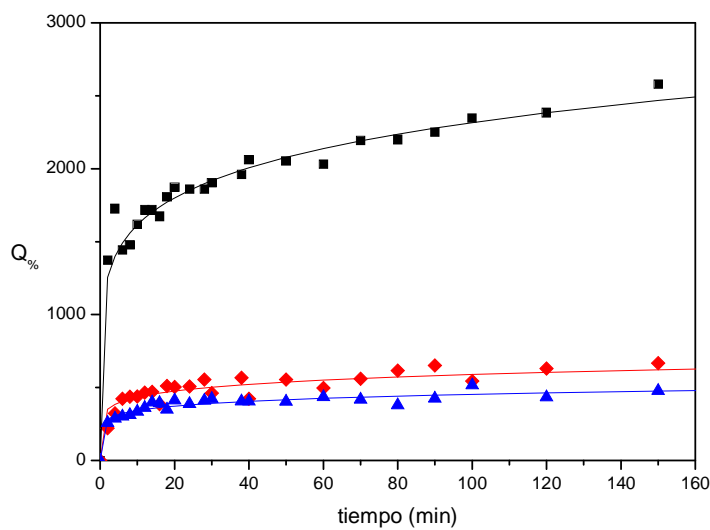


Fig.2: Grado de hinchamiento porcentual de QA (●); QATV (▲) y QAT (◆)

La **Figura 3** corresponde a la recta de aumento de peso de la celda de permeabilidad en función del tiempo para la película de QATV, a partir de la cual se obtiene la WVT. En general las películas preparadas con polímeros hidrofílicos poseen WVT muy elevadas lo que limita su aplicación [5]. El TT en presencia de vapor de agua aumenta la propiedad de barrera de las películas como consecuencia de la rigidización del material.

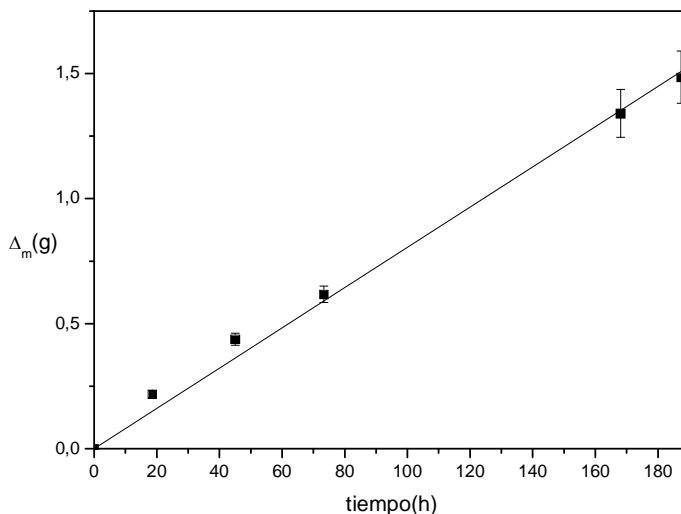


Fig. 3: Transmisión de vapor de agua para película QATV

Película	WVT (g/hm ²)	P (g/hm ² Pa)
QA	$(9,21 \pm 0,25) \times 10^{-3}$	$(3,88 \pm 0,10) \times 10^{-6}$
QAT	$(8,72 \pm 0,31) \times 10^{-3}$	$(3,67 \pm 0,13) \times 10^{-6}$
QATV	$(8,05 \pm 0,88) \times 10^{-3}$	$(3,39 \pm 0,37) \times 10^{-6}$

Tabla1: Valores de WVT y permeanza de las películas con y sin TT

Conclusión

El TT resulta efectivo para modificar significativamente la deformación a la rotura y la capacidad de absorción de agua del material, ampliando el espectro de aplicaciones en la industria del packaging.

Referencias

- [1]- Zawadasky J. y Kacsmarek H. Carbohydrate Polymers 80(2010)394.
- [2]- Liu H. y otros. Progress in Polymer Science.34(2009)1348
- [3]- Lazaridou A. y Biliaderis C. Carbohydrate Polymers 48(2002)179.
- [4]- da Rosa Zavareze E. y Guerra Dias A. Carbohydrate Polymers 83(2011)317.
- [5]- Leceta I. y otros Carbohydrate Polymers 93(2013)339.