

Obtención y Caracterización de Películas para bolsas Biodegradables, utilizando la Tecnología de Extrusión Termoplástica

Galicia-García T.¹, Martínez-Bustos F.¹, Jiménez-Arevalo O.A.², Aguilar Palazuelos E.¹

¹ CINVESTAV-Querétaro. Libr. Norp. 2000. Fracc. Real Juriquilla. Qro, CP. 76001

². Av Retablo 150, Col. FOVISSSTE, Santiago de Querétaro, Qro CP. 76150

email: tgalicia@qro.cinvestav.mx

1. Resumen

Almidón de maíz y papa en su forma nativa o modificada, fibra de bagazo de caña de azúcar y plastificante, fueron procesados en una extrusora monorosca (CINVESTAV, Querétaro, México) a condiciones de humedad, fibra, temperatura, tasa de compresión y velocidad del tornillo (18.25:22.75% / 5:15% / 60-110-75°C / 1:1 / 40 rpm, respectivamente). Se evaluaron las principales propiedades de tracción [1]; y análisis en Microscopia Electrónica de Barrido, en películas obtenidas y fibra tratada. La influencia de las variables fueron observadas a través de los gráficos de superficie de respuesta. Se concluye, que la concentración de fibra utilizada proporcionó un refuerzo mecánico y favoreció el ϵ (laminas mas delgadas), altas concentraciones de fibra y bajas concentraciones de humedad disminuyen el E (laminas menos flexibles); a través del uso de la calandra posterior al proceso de extrusión es posible la obtención de películas con menores espesores.

2. Introducción

Ante el creciente impacto en la generación de desechos plásticos al medio ambiente, nuevos materiales que presenten una mineralización y bioasimilación de manera completa son estudiados. Los biopolímeros representan una alternativa ante tal problemática ya que se obtienen de fuentes naturales, son biodegradables y pueden ser sintetizados por procesos biológicos o vía química. El proceso de extrusión termoplástica ha sido empleado con buenos resultados para la industrialización de polímeros, en el almidón y otros materiales orgánicos con amplio potencial para ser utilizados en el desarrollo de nuevos productos. Dentro de las propiedades mecánicas de materiales poliméricos, los ensayos de tracción son útiles para la identificación, caracterización, especificación y evaluación de la calidad de los materiales. Por lo que resulta de interés a través de esta tecnología la obtención y caracterización de películas biodegradables para la elaboración de bolsas desechables a partir de almidón (nativo y modificado), plastificante y fibras naturales (bagazo de caña de azúcar).

3. Condiciones Experimentales

3.1 Materias primas y acondicionamiento de la muestra

Se utilizó almidón de maíz y papa nativos grado alimenticio (Almex, México D.F), bagazo de caña de azúcar (Zafra 2005, Veracruz, México) como fuente de fibra y glicerol como plastificante (Sigma-Aldrich, Alemania). La fibra fue tratada con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para disminuir el diámetro y posteriormente se paso por tamiz US 60 (250 μm). Los almidones (papa y maíz) fueron modificados químicamente por el método convencional o tradicional de fosfatación [2], y mediante acetilación con anhídrido acético [3]. Las muestras se mezclaron y acondicionaron en una proporción y a una humedad establecida de acuerdo al diseño experimental. Una vez obtenida la mezcla se pasó a través de una malla de 0.5 mm y se conservó en cámara de refrigeración a 5 °C por 12 horas hasta su posterior uso.

3.2 Proceso de extrusión

Las materias primas previamente acondicionadas fueron procesadas en un extrusor monorosca prototipo de laboratorio marca CINVESTAV, Querétaro, México, con una relación de compresión 1:1, la temperatura de las zonas 1, 2 y 3 permanecieron constantes a 60, 110 y 75 °C, respectivamente. La velocidad del tornillo y la velocidad de alimentación fueron establecidas de acuerdo a ensayos preliminares. Las películas obtenidas a través del proceso de extrusión, se dejaron en reposo por 12 h, para posteriormente obtener las probetas. El acondicionamiento se realizó de acuerdo a la norma técnica [1].

3.3 Caracterización de las películas obtenidas

3.3.1 Propiedades mecánicas de tracción

Los materiales obtenidos, fueron evaluados de acuerdo con la norma [1]. Se utilizó un texturómetro, universal Texture Analyzer TA-XT2 (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Stable MicroSystems, Haslemere, Surrey, UK). Las propiedades de tracción medidas fueron: Máxima Resistencia a la Tracción($\sigma_{\text{máx}}$), Alargamiento a la Ruptura(ϵ) y Módulo de Elasticidad.

3.3.2 Propiedades microestructurales

Se analizaron los diferentes tratamientos de películas obtenidas mediante Microscopia Electrónica de Barrido (Philips, XL30 ESEM, Eindhoven Holanda) en modo ambiental, a 15 KVA y 20-50X.

3.4. Diseño experimental

Se utilizó la metodología de superficie de respuesta, para obtener las condiciones óptimas de procesamiento. Los niveles de las variables independientes se determinaron con base a la información bibliográfica y a ensayos preliminares. El análisis de resultados se obtuvo aplicando el paquete estadístico Design-Expert, versión 6.1.0.

4. Resultados y discusión

A través del análisis de regresión se observó que la variable respuesta $\sigma_{\text{máx}}$ en almidón fosfatado de papa fue afectada por la interacción fibra-almidón ($p \leq 0.01$), ya que a contenidos intermedios de fibra (5-10%) se incrementa el valor de $\sigma_{\text{máx}}$ (1.29 MPa) (Figura 1a), presentándose una película de mayor espesor debido principalmente al tamaño y modificación del granulo de almidón, lo que disminuye el efecto de refuerzo proporcionado por la fibra [4]. La respuesta ε en almidón acetilado de maíz, fue influenciado por la humedad ($p \leq 0.0199$) y el contenido de fibra ($p < 0.0012$), presentandose una incremento de ε (13.76%) conforme se aumentaba el contenido de fibra a humedades intermedias (19-21%) (Figura 1b), esto puede ser debido a la presencia de fibra como refuerzo en películas de menor espesor [5]. En la variable respuesta E en almidón nativo de papa, el contenido de fibra presento una mayor influencia ($p \leq 0.0070$), por lo que conforme se incremento el contenido de fibra (0-10%) se presentaron valores de E mas altos (19 785 MPa), lo que nos indica que la fibra favorece la flexibilidad en las películas obtenidas en concentraciones intermedias (Figura 1c), obteniendo un efecto contrario (rigidez) al presentarse altos contenido de fibra [6]. Mediante las microfotografías obtenidas en ESEM se puede observar que la fibra se encuentra inmersa en el espesor de la película (Figura 2 a,b), además de presentarse marcas de fibra, indicándonos una posible interacción entre la fibra y la matriz de almidón (Figura 2 c) .

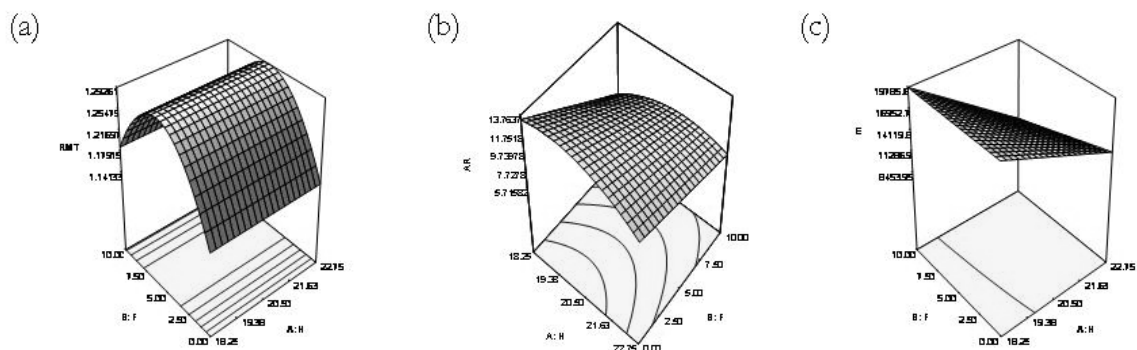


Figura 1. Gráficos de superficie de respuesta para las variables: a) σ_{\max} almidón de papa fosfatado, b) ε almidón de maíz acetilado y c) E almidón de papa nativo.

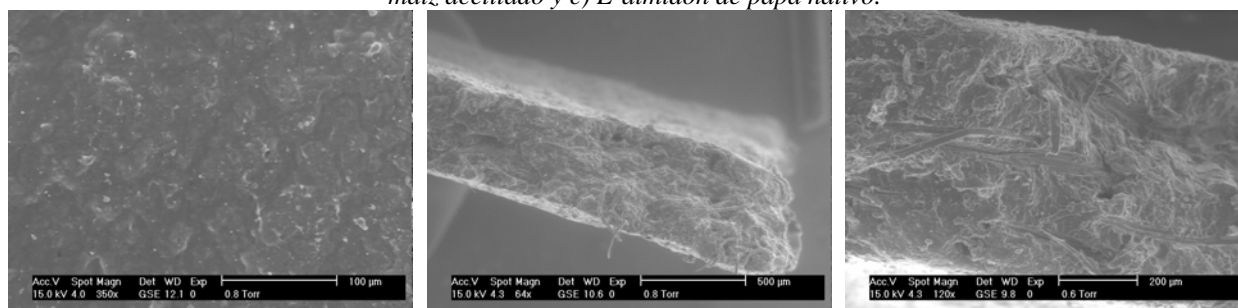


Figura 2. Macrofotografías de películas obtenidas por extrusión termoplástica: a) vista superficial (350X), b y c) vista transversal (64X, 120X).

5. Conclusiones

La concentración de fibra utilizada proporcionó un refuerzo mecánico en las películas obtenidas por el proceso de extrusión. Los tratamientos en los que se obtuvieron películas con mayor espesor presentaron una alta ε , aunque en aquellos en donde fue menor el espesor de la película la presencia de fibra favoreció el ε . Altas concentraciones de fibra y bajas concentraciones de humedad disminuyen el E (películas menos flexibles). El rango donde se presentaron las mejores condiciones de proceso fueron: Humedad (18.25-22.75%), Fibra (5%) en almidón acetilado, (10%) en almidones nativos y fosfatados. A través del uso de la calandra posterior al proceso de extrusión, es posible la obtención de películas con menor espesor.

6. Referencias

- [1]. American Society for Testing and Materials- ASTM. 2001. Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting. ASTM D882-00. Philadelphia, ASTM v.08.01 9p.
- [2]. Paschall, EF. 1964. Phosphorylation with inorganic phosphate salts. Methods carbohydr. Chem. 4 :296.

- [3]. Bello-Pérez, LA, Contreras-Ramos, SM, Romero-Manilla, R, Solorza-Feria, J, and Jiménez-Aparicio, A. 2002. Propiedades químicas y funcionales del almidón modificado de plátano (*Musa paradisiaca*) var. Macho. *Agrociencia*, 36(2):169-180.
- [4]. Stanislaw L. Randzio, Iwona Flis-Kabulska, and Jean-Pierre E. 2003. Grolier. Influence of Fiber on the Phase Transformations in the Starch-Water System. *Biomacromolecules*, 4, 937-943.
- [5]. Dufresne, A, and Vignon, MR. 1998. Improvement of starch film performance using cellulose microfibrils. *Macromolecules*, 31(8):2693-6.
- [6]. Moraru CI, Lee TC, Karwe MV y Kokini JL. 2002. Plasticizing and antiplasticizing effects of water and polyols on Meat-starch extruded matrix. *J Food Sci.* 67(9):3396-3401.