

Análisis mecánico y funcional de materiales biodegradables elaborados a partir de almidón de maíz y fibra de agave elaborados por proceso de extrusión y moldeo por inyección

Morin- Alcázar S¹, Jiménez-Arévalo O²., Aguilar- Palazuelos E¹., Delgado-Rangel A².,
Martínez-Bustos F¹.

¹ Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro.

Email: fmartinez@qro.cinvestav.mx, eaguiar10@gmail.com

² CIATEQ S. A. De C. V. Querétaro, México.

Email: omar.jimenez@ciateq.mx

1. Resumen

Hoy en día existe una gran problemática debido al manejo de residuos plásticos. Una alternativa para disminuir este problema es sustituir los plásticos convencionales con materiales que presenten una rápida reintegración al medio ambiente después de ser desechados. En el presente trabajo se estudiaron los efectos del contenido de fibra (0 -20 %) y del glicerol (0-20 %) como agente plastificante, en materiales biodegradables elaborados usando almidón de maíz en mezclas con fibra de agave tequilero. Las mezclas fueron previamente peletizadas, utilizando un extrusor de tornillo simple. Posteriormente los pellets fueron procesados utilizando una máquina comercial de moldeo por inyección de plásticos en condiciones constantes. Los materiales obtenidos fueron evaluados en base a pruebas mecánicas de tracción. De acuerdo con las pruebas mecánicas realizadas los materiales moldeados presentaron cambios en sus propiedades por efecto de las variables de estudio. Los materiales que presentaron las mejores propiedades mecánicas fueron los elaborados con 10% de fibra y 10% de glicerol. Los análisis mecánicos de esfuerzo a la tracción (σ), deformación (ϵ), módulo de Young (E), análisis funcionales de índice de solubilidad y absorción en agua y color, indicaron la probable formación de interacciones de las materias primas, posiblemente debido al manejo de las concentraciones, y al procesamiento térmico realizado. Estos materiales biodegradables ofrecen amplias perspectivas para la producción de diversos embalajes con características similares o mejores que los comerciales, aunque, con la ventaja de su fácil y rápida integración al medio ambiente.

2. Introducción

Los plásticos biodegradables ofrecen una serie de ventajas cuando se comparan con los plásticos convencionales. Estos son completamente degradados en compuestos que no dañan el medio ambiente. Además estos plásticos pueden ser producidos a partir de fuentes renovables, lo que contribuye a un ahorro sustancial de las reservas fósiles (no renovables) en el planeta. Dentro de los polímeros naturales los de mayor importancia son los derivados de azúcares (polisacáridos), siendo el almidón el de mayor

importancia. Sin embargo, el almidón por si solo presenta pobres propiedades mecánicas, por lo que comúnmente es mezclado con diversos agentes reforzantes. Es por ello que el propósito del presente trabajo fue elaborar materiales biodegradables a partir de almidón, los cuales fueron reforzados con fibra de agave, subproducto de la industria tequilera.

3. Condiciones experimentales

3.1 Elaboración de material

Se utilizaron pellets a base de almidón de maíz, plastificante y fibra de agave (entre 0% y 20%) obtenida de residuos en la industria tequilera; producidos por extrusión en un extrusor monohusillo de laboratorio, diseñado y construido por CINVESTAV (CINVESTAV-IPN, Unidad Querétaro). Posteriormente los materiales fueron moldeados utilizando una máquina de inyección de plásticos marca JON WAI 60SD, a condiciones constantes de inyección, obteniendo probetas tipo halterio ASTM-D638 como sistema modelo.

3.2 Metodología

Los materiales obtenidos fueron evaluados en base a sus propiedades mecánicas de Módulo de elasticidad (E), esfuerzo (σ) y elongación (ϵ) de acuerdo con las indicaciones de la norma ASTM-D638 [1] y en base a cambios funcionales como color e índice de solubilidad y absorción en agua (ISA e IAA) [2].

4. Resultados y discusión

4.1 Color

Se observa (Figura 1) que fue la fibra la única variable que afectó a esta respuesta, incrementándose el diferencial de color al incrementar el contenido de fibra, posiblemente la concentración de fibra oscureció la mezcla debido a los residuos de azúcares y lignina en la fibra, los cuales le confieren una coloración oscura.

4.2 Índice de Absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA)

Se puede observar que para el IAA (Figura 2B) únicamente el glicerol presentó un efecto significativo, incrementado el IAA al aumentar la cantidad de glicerol, sin embargo, para el ISA se observa un efecto de interacción, incrementándose el ISA al aumentar la fibra a bajos contenidos de glicerol y viceversa. En ambos casos esto puede

ser debido a una disminución en la severidad del proceso al disminuir el contenido de fibra y glicerol. Los gránulos de almidón son altamente insolubles en su estado nativo, sin embargo, al procesarlos estos pierden su estructura absorbiendo agua y liberando una gran cantidad de azúcares que poseen una alta solubilidad [3].

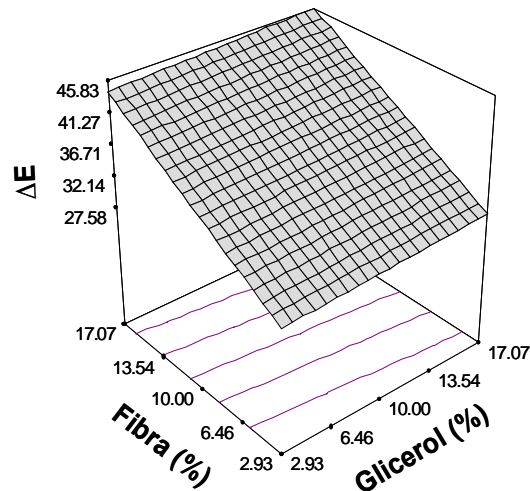


Figura 1. Cambios en color por efecto del glicerol y fibra en los tratamientos moldeados.

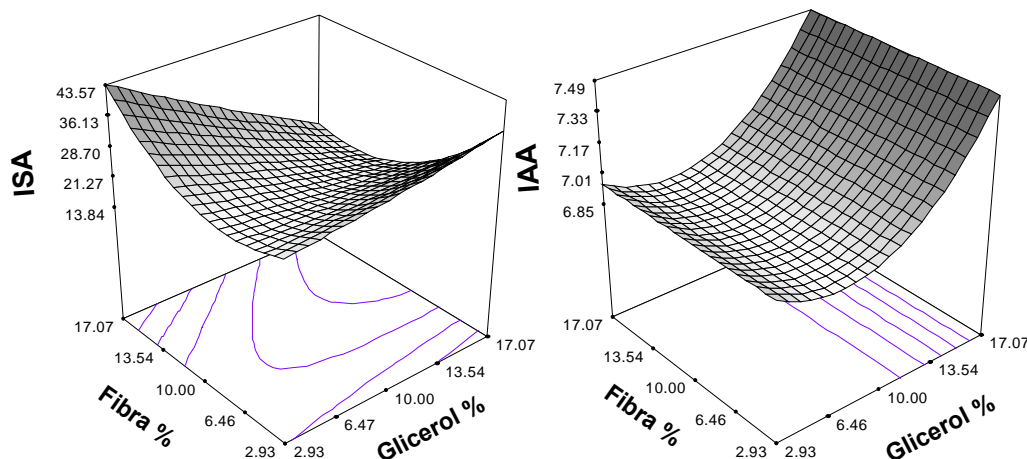


Figura 2. Resultados de IAA e ISA para los tratamientos en estudio.

4.3 Propiedades mecánicas.

Un incremento en el contenido de glicerol provocó una disminución en los valores del E σ y una disminución en ϵ en toda el área de estudio, esto pudiera ser debido al efecto plastificante del mismo, se ha reportado que el glicerol puede incorporarse en matrices de almidón evitando la formación de interacciones almidón-almidón que son uniones muy rígidas, sin embargo, favoreciendo interacciones almidón-plastificante-almidón las cuales son uniones que poseen mayor movilidad [4]. Con relación al efecto de la fibra, se observa que el aumento del contenido de fibra volvió mas flexible al material sin

embargo, a altos contenidos de fibra la rigidez aumentó nuevamente, esto posiblemente debido a la formación de interacciones fibra-almidón-glicerol que protegieron el material a bajas concentraciones de fibra y terminaron reforzando a la matriz a altas concentraciones de esta.

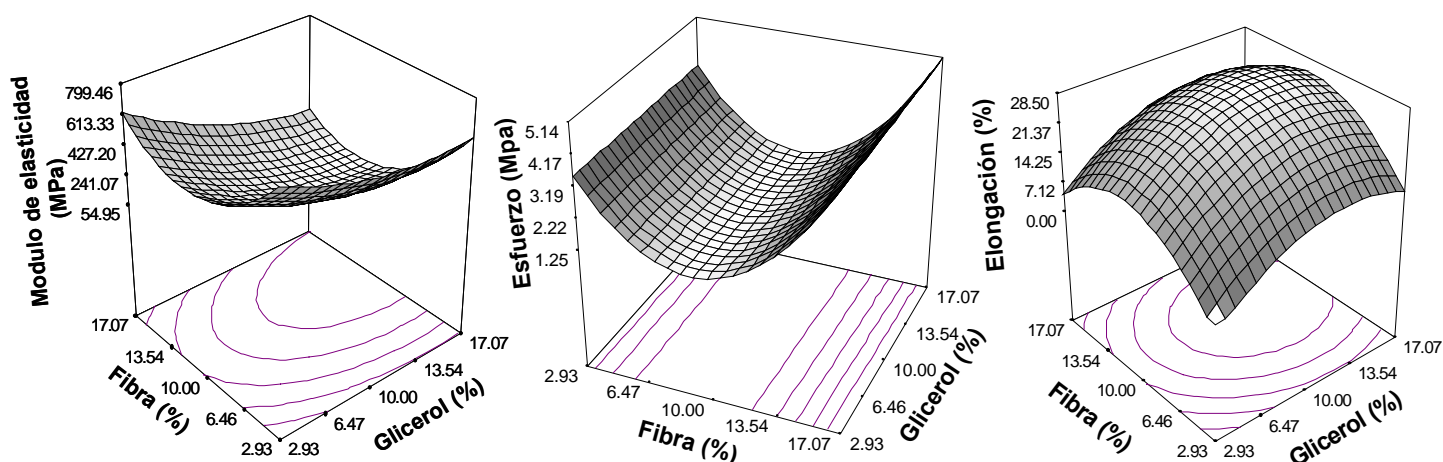


Figura 3. Gráfica de los resultados de los análisis de tracción (Módulo de elasticidad $E(A)$, esfuerzo $\sigma(B)$ y elongación $\epsilon(C)$) como efecto de las variables de estudio.

5. Conclusiones.

Los materiales que presentaron las mejores propiedades fueron aquellos elaborados a partir de contenidos intermedios de fibra y glicerol (10% fibra, 10% glicerol) ya que estos fueron los que presentaron las mejores propiedades mecánicas teniendo buena resistencia a la tensión sin que llegaran a ser quebradizos, y poseyendo bajos valores de ISA e IAA. Lo anterior les confiere buena estabilidad al almacenamiento y propiedades que los vuelven posibles sustitutos de los polímeros comerciales.

6. Referencias.

- [1]. American Society for Testing and Materials- ASTM. 2001. Standard test method for tensile properties of plastics. ASTM D638. Philadelphia, ASTM, 59p.
- [2]. Anderson RA, Conway HF, Pfeifer VF y Griffin Jr. EL. 1969. Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion- cocking. *Cereal Sci. Today* 14(1): 4-12.
- [3]. Sagar AD, and Merril EW. 1995. Starch fragmentation during extrusion processing. *Polymer*. 33(9):1883-1886.
- [4]. Yu J, Chen S, Gao J, Zheng H, Zhang J y Lin T. 1998. A study on properties of starch/glycerine blend. *Starch/Stärke*. 50(6):246-250.