

Análisis térmico y de biodegradación de composites elaborados a partir de almidón de maíz y fibra de bagazo de caña a través del proceso de moldeo por inyección

Aguilar-Palazuelos E¹., Jiménez-Arévalo O²., Ibarra-Gómez R³., Delgado-Rangel A²., Martínez-Bustos F¹.

¹ Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro. ² CIATEQ S. A. De C. V. Querétaro, México. ³ Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua, México

Email: fmartinez@gro.cinvestav.mx, eaguilar10@gmail.com

1. Resumen

En México como en muchos otros países, el problema por el manejo de los desechos sólidos no biodegradables elaborados a base de polímeros sintéticos derivados de la industria petroquímica, va creciendo a pasos agigantados aunado a que los recursos petrolíferos son cada vez más limitados. Algunas alternativas empleadas para la elaboración de materiales biodegradables son los polímeros orgánicos que se encuentran normalmente en la naturaleza entre los que se incluyen almidón, celulosa, proteínas, fibras y derivados. No obstante, la biodegradabilidad de un plástico no depende únicamente de las materias primas usadas para su fabricación, sino que también es dependiente de la estructura química del material y de la constitución del producto final. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades térmicas y de biodegradación de materiales biodegradables obtenidos utilizando el proceso de inyección a partir de mezclas de almidón de maíz y fibra de bagazo de caña como efecto del contenido de plastificante (0.0-15.0%) y del contenido de fibra (0.0-15.0%). Las mezclas fueron previamente peletizadas utilizando un extrusor de tornillo simple, para así obtener la materia prima a utilizar en el proceso de inyección. Las muestras fueron inyectadas utilizando una maquina de inyección Jon Wai a condiciones constantes. Los análisis de DMA de los materiales inyectados presentaron cambios en sus propiedades mecánicas por efecto de la temperatura. Los tratamientos más estables fueron aquellos con menor cantidad de plastificante y mayor contenido de fibra indicando la probable formación de interacciones fibra-almidón-plastificante. Los análisis de DSC no evidenciaron ningún cambio de estado en los materiales obtenidos. Las pruebas de TGA, presentaron tres rampas por pérdida de humedad: (80°C); pérdida de glicerol (160°C) y degradación del almidón (250°C). Los análisis de biodegradación indicaron que todos los materiales fabricados poseen una alta velocidad de reintegración al medio ambiente. El comportamiento mecánico y térmico de los materiales obtenidos indican diversas aplicaciones potenciales aunado a sus buenas propiedades de reintegración al medio ambiente.

2. Introducción

En los últimos años se ha venido incrementando el interés en la elaboración de polímeros que se reintegren mas rápidamente al medio ambiente, para ello se han venido sustituyendo los polímeros convencionales en su mayoría elaborados a partir de derivados de la industrial petroquímica los cuales; poseen la desventaja de poseer altos tiempos de reintegración al medio ambiente; con polímeros obtenidos a partir de fuentes naturales tales como el almidón. Sin embargo estos últimos poseen la desventaja que por si solos presentan pobres propiedades mecánicas y estabilidad dimensional. Una alternativa para disminuir esta desventaja es la utilización de agentes reforzantes como es caso de las fibras naturales que además también están constituidas de compuestos biodegradables. Por lo anterior en el presente trabajo nos hemos planteado como objetivo elaborar y evaluar las propiedades termo-mecánicas y de biodegradación del los materiales obtenidos a partir de fuentes naturales como almidón y fibra.

3. Condiciones experimentales

3.1. Materias primas.

Se utilizó almidón de maíz marca “Almex”, bagazo de caña de azúcar como fuente de fibra y glicerol como plastificante.

3.2. Preparación del material.

Se evaluó del contenido de glicerol (0-15%) y fibra (0-15%) en mezclas con almidón de maíz en la elaboración de materiales biodegradables, los cuales fueron primeramente extrudidos a condiciones constantes para obtener pellets que fueron finalmente moldeados por el proceso de inyección para así obtener el material a evaluar.

3.3 Metodología.

Estos materiales fueron caracterizados en función de sus propiedades térmicas [Análisis dinámico-mecánico (DMA), calorimetría diferencial de barrido (DSC), y termogrametría (TGA)] y de biodegradación de acuerdo a lo reportado por Gracida y col. [1].

4. Resultados y discusión

4.1 Propiedades térmicas.

El análisis de DMA presento cambios en sus valores de $\tan \delta$ con respecto a las variables de estudios (Figura 1A). Estos cambios indicaron una posible interacción entre la matriz, fibra y

glicerol disminuyendo la degradación del material y reforzando mecánicamente a la mezcla. Además fue posible observar un efecto antiplastificante del glicerol al incrementar el contenido de 10 a 20% posiblemente debido a una saturación de glicerol el cual comenzó a colocarse en los espacios intermoleculares de la matriz de almidón volviendo mas rígida a esta [2].

Los análisis de DSC no indicaron cambios significativos con respecto a las variables de estudio (Datos no mostrados).

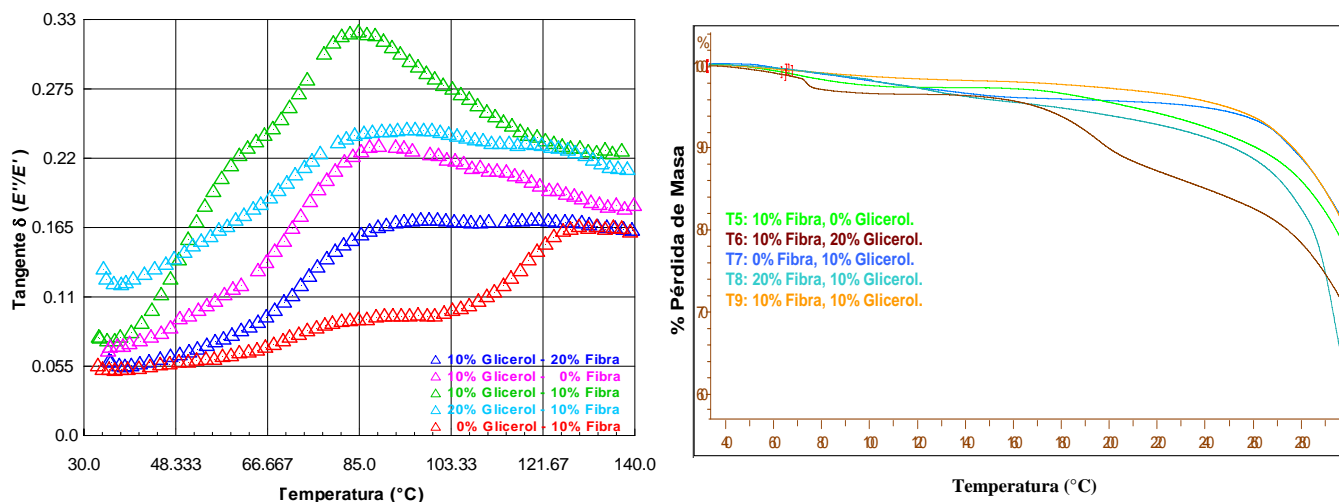


Figura 1. Cambios de los valores de tangente δ (A) y perfiles termogravimétricos (B), de los materiales obtenidos con respecto al contenido de fibra y glicerol.

Los análisis de TGA (Figura 1B) arrojaron principalmente dos rampas de pérdida de peso, la primera debido a la pérdida de humedad, alrededor de 80 $^{\circ}\text{C}$ y la segunda atribuida a la descomposición de la matriz de almidón alrededor de 250 $^{\circ}\text{C}$, concordando con lo reportado por Álvarez y Vázquez [3] para biocompuestos de almidón y fibra de sisal, quienes sugirieron que la curva de degradación de la fibra no fue observada debido a que se traslapa con la del almidón. Sin embargo el tratamiento con 20% de glicerol presenta una tercer rampa de degradación posiblemente debido a la evaporación del exceso de glicerol que no se encontraba interactuando con la matriz de almidón.

4.2 Análisis de biodegradación.

Todos los materiales evaluados presentaron una rápida velocidad de biodegradación en función de la generación de CO_2 a condiciones controladas (Figura 2), encontrando un tiempo máximo alrededor de 7 días. Se encontró que la velocidad de generación de CO_2 se vio afectada por la severidad del proceso, sin embargo los resultados encontrados concordaron con los obtenidos en

DMA observándose un efecto protector debido a la posible formación de interacciones almidón, fibra y glicerol cuando el material fue obtenido a 10% de fibra y 10% de glicerol.

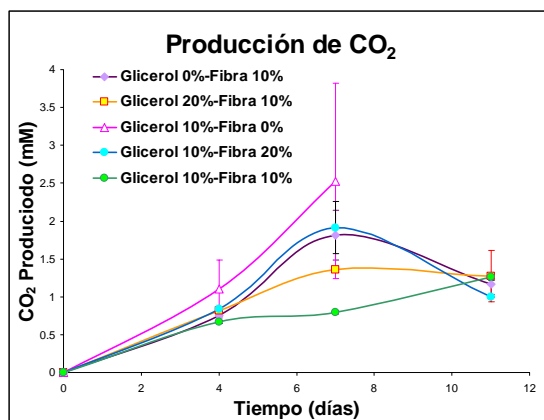


Figura 2. Cinética de degradación registrada mediante la producción de CO_2 para materiales moldeados a base de almidón con respecto a las variables de estudio.

5. Conclusiones.

Los análisis de DMA indicaron la probable formación de interacciones fibra-almidón-plastificante, sin embargo son necesarios más estudios. Los análisis de biodegradación indicaron que todos los materiales poseen una alta velocidad de reintegración al medio ambiente, casi completa, incrementándose la velocidad de degradación del material cuanto mas severo fue el tratamiento durante su preparación. Este estudio permite mostrar el gran potencial de la utilización de fuentes naturales en la elaboración de distintos productos biodegradables los cuales en un futuro cercano puedan ser utilizados como sustitutos de los plásticos actuales y con ello reducir un poco el gran problema del manejo de los residuos sólidos no biodegradables.

6. Referencias.

- [1]. Gracida, J., Alb, A. J., Cardoso, J., and Pérez-Guevara, F. 2004. Studies of biodegradation of binary blends of poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) (PHBHV) with poly(2-hydroxyethylmetacrilate) (PHEMA). *Polymer Degradation and Stability*, 83, 247–253.
- [2]. Le Meste M, Champion D, Roudaut G, Blond G y Simatos D. 2002. Glass Transition and Food Techonology: A Critical Appraisal. *J. Food Sci.* 67(7):2444-2458.
- [3]. Álvarez VA y Vazquez A. 2004. Thermal degradation of cellulose derivatives/starch blends and sisal fibre biocomposites. *Polym. Degrad. Stabil.* 84:13–21.