

ESTUDIO DE DIFERENTES VÍAS PARA MODIFICAR LAS PROPIEDADES DEL POLÍMERO BIODEGRADABLE PHB Y AUMENTAR SU CAMPO DE APLICACIÓN

Blanca Rojas de Gascue^{1*}, José Luis Prin¹, Rosberi Lorenzo¹, Haidetty Villarroel¹, Nicolino Bracho², Luisa Rojas¹, Adnaloj Duben³, Pedro Lopez³, Genaro Bolívar⁴ y Marvelis Ramírez⁴

1: Universidad de Oriente. Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas "Dra. Susan Tai" (IIBCAUDO). Av Universidad. Cerro del Medio. Cumaná. Estado Sucre, Venezuela

2: Propilven, Polipropilenos de Venezuela, Sector El Tablazo. Estado Zulia, Venezuela

3: Universidad de Oriente. Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIAUDO). Guatamare, Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela

4: Universidad de Los Andes. Grupo de Polímeros. Facultad de Ciencias. La Hechicera, Mérida, Venezuela

*e-mail: blanca_gascue@yahoo.com

RESUMEN

En este trabajo se investigaron diferentes sistemas y reacciones químicas con el polímero biodegradable poli(3-hidroxi-butirato), PHB, que permitieran proponer mejoras en sus potenciales aplicaciones. Se obtuvieron mezclas con el polipropileno funcionalizado, habiendo hidrolizado previamente el PHB. En las mezclas se detectaron nuevas interacciones. Se sintetizaron hidrogeles de PHB con acrilamida, los cuales son de interés para la remediación de aguas industriales. Se inició también el estudio de la degradabilidad del PHB en sedimentos tomados de la Laguna la Restinga.

Palabras Claves: PHB, degradabilidad, mezclas, polipropileno, hidrogeles, acrilamida.

ABSTRACT

In this work different systems and chemical reactions using the biodegradable polymer poly(3-hydroxybutyrate), PHB, were investigated, that allowed to propose improvements in their potential applications. Blends with the of grafted polypropylene were obtained, being the PHB previously modified. In the blends, new interactions were detected. PHB hydrogels were synthesized with acrylamide, which are of interest for the industrial waters treatment. Also, the study of the PHB degradation in sediments from of the La Restinga lagoon was started.

Keywords: PHB, degradation, polypropylene, hydrogels, acrylamide.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los retos que se plantea actualmente la mayoría de los grupos especializados dentro del campo de los polímeros, es la necesidad que existe en el área de proyectar soluciones al problema de los desechos plásticos. En este sentido el poliéster biodegradable poli(3-hidroxi-butirato), PHB, desde que fuera descubierto por Lemoigne (1923) y caracterizado posteriormente por Barham (1984) ha generado interés en la comunidad científica e industrial. La estéreo-regularidad del PHB lo hace ser un polímero termoplástico altamente cristalino con características físicas comparables a las de una poliolefina semicristalina comercial como el polipropileno. Sin embargo, el carácter quebradizo, su lenta cristalización, la dificultad para su procesamiento, la baja elongación a la ruptura, su alta cristalinidad y alto costo limitan el uso del PHB. En este trabajo se presentan diferentes sistemas y reacciones químicas estudiadas con el objetivo de modificar sus propiedades para solventar sus deficiencias, abaratarlo y ampliar su campo de aplicaciones.

2. PARTE EXPERIMENTAL

El PHB (Mv: 380000 g/mol) fue suministrado por Copersucar, empresa agroindustrial brasileña. A partir del PHB se estudiaron varias vías: (A) Hidrólisis del PHB, (B) Mezclas del PHB hidrolizado con Polipropileno (PP) nacional suministrado por Propilven, (C) Hidrogeles de PHB con acrilamida. (D) El estudio inicial de la biodegradabilidad del PHB en muestras de sedimento tomadas de la Laguna la Restinga.

(A) *Hidrólisis del PHB:* En un sistema de reflujo bajo atmósfera de nitrógeno y dispuesto de un balón de tres bocas, se disolvieron 0,5 g de PHB en 20 ml de cloroformo a una temperatura de 60°C. Una vez disuelto el polímero se añadieron 20 ml de HCl 19% V/V y se realizó la hidrólisis durante 2 h y 30 min. La reacción fue detenida por precipitación con la adición de 60 ml de metanol y el precipitado (PHB-OH) se colectó en un

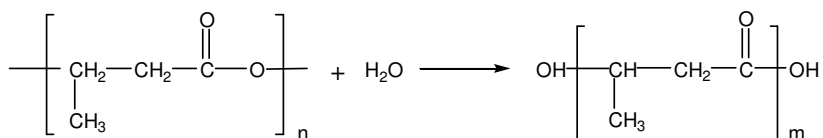
embudo Büchner y fue lavado tres veces con 20 ml de metanol. (B) *Mezclas con PP*: Se prepararon y caracterizaron mezclas PP/PHB en presencia de los siguientes agentes compatibilizantes: polipropileno funcionalizado con anhídrido maleíco (PP-f-AHM) y poli(hidroxibutirato) hidrolizado (PHB-OH), en proporciones PP/PHB/AC 68/23/9. (C) *Hidrogeles con PHB*: Se sintetizaron y caracterizaron hidrogeles obtenidos a partir de proporciones alimentadas de AAm/PHB, desde 90/10 hasta 60/40, disolviendo el PHB en ácido acético y utilizando 1% de agente entrecruzante (N,N` metilenbisacrilamida) e iniciador. (D) *Biodegradabilidad del PHB*: Se empleó una muestra de sedimento de la Laguna la Restinga, procediéndose a pesar 10 g de sedimento marino con el cual se realizó una dilución seriada: se diluyó en solución buffer Fosfato y se realizaron diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} , luego se tomó 1 ml de la dilución 10^{-1} y se colocó en una placa de Petri a la cual se añadió el medio basal para bacterias degradadoras de PHB conteniendo el biopolímero. Se preparó un medio basal, al cual se le adicionó una suspensión diluida del biopolímero. El medio completo se vertió en placas de Petri de 50 mm, donde fueron inoculadas diluciones de suspensiones de sedimento marino. Se incubaron las placas a 35°C por 15 días, cuidando que no se secaran.

Los productos se caracterizaron por espectroscopia infrarroja (FTIR), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) y espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los barridos de calentamiento realizados en el DSC del PHB-OH reflejaron la disminución de las temperaturas de fusión en las dos endotermas presentes. Esta reducción tiene su origen en la ruptura de las cadenas y la incorporación de los grupos O-H que se producen durante el proceso de hidrólisis (Figura 1).

Resultados similares se observaron en el DSC en las muestras degradadas en los sedimentos de La Restinga, evidenciando que las colonias de microorganismos formadas en la superficie del PHB (observadas por MEB), degradaban las cadenas del PHB generando un producto similar. Por otra parte, al mezclar el PHB con PP se encontró que era un sistema bifásico, sin embargo, se presentaron evidencias por espectroscopía FTIR de la presencia de interacciones entre el PHB-OH y el PP-f-AHM. En cuanto a los hidrogeles PHB/AAm estos presentaron diferencias significativas en el hinchamiento del gel cuando en el medio hay iones, lo cual tiene su origen en la mayor captación de estos, lo cual se comprobó mediante la absorción y la desorción llevada a cabo posteriormente, en solución de HNO₃, y medida por espectroscopía ICP.



$n \gg m$

Figura 1. Reacción de hidrólisis del PHB.

4. REFERENCIAS

- [1]. Lenz R, Marchessault R *Biomacromolecules*, 2005; 6(1): 1-8
- [2]. Gomes E, Marize C, Oliveira F, Dias Marcos L. *International Journal of Polymeric Materials*, 2008; 57: 1-15
- [3]. Graebing D, Bataille P. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 1994; 33(3): 341-356.
- [4]. Villarroel H, Prin JL, Ramírez M, Bolívar G, Rojas de Astudillo L, Katime I, Laredo E, Rojas de Gáscue B. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 2010; 11(7), 625-631
- [5]. Wang S, Song C, Mizuno W, Maki M, Yang C, Zhang B, Takeuchi S. *Journal Polymers and the Environment*. 2005; 13:39-45.