Biopolímeros basados en ácido poliláctico y almidón: una alternativa para la preservación del ambiente

Biopolymers based on polylactic acid and starch: an alternative for the preservation of the environment

Myrian Silva, Pamela Molina, María-Belén Aldás, Vladimir Valle
Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

DOI: http://dx.doi.org/10.6036/8917



La producción de materiales plásticos en el 2016 fue de 280 millones de toneladas aproximadamente, de las cuales alrededor del 75 % se dispusieron en vertederos. La constante acumulación de este tipo de residuos ha causado impactos negativos en flora y fauna debido a su escasa biodegradabilidad. Como una alternativa ante esta compleja problemática, el presente trabajo plantea la formulación de mezclas biopoliméricas con base en ácido poliláctico (PLA) y almidón nativo, como una opción viable para minimizar el impacto provocado por los plásticos convencionales.

El PLA es un polímero de origen natural y alto nivel de degradación; sin embargo, en la actualidad su coste de producción es relativamente elevado, lo cual ha motivado su utilización en mezclas con otros materiales biodegradables. Tal es el caso del almidón, que puede ser empleado en mezclas con polímeros sintéticos. No obstante, la escasa afinidad entre estos componentes, causada por el carácter hidrofóbico del PLA e hidrofílico del almidón, es una limitante para su formulación. Es así que, adicionalmente surge la iniciativa de la incorporación de polivinil alcohol (PVA) como agente compatibilizante para mejorar la miscibilidad y consecuentemente las propiedades finales de la mezcla. Dentro de este contexto, se plantea la utilización de almidón de oca (*Oxalis tuberosa*) y almidón de banano (*Musa paradisiaca*) empleando glicerol como plastificante.

Se ensayaron mezclas PLA-almidón de oca y PLA-almidón de banano por separado, las cuales se formularon con una proporción constante de PLA (38 %), tres fracciones de PVA (3, 6 y 9 %) y dos relaciones almidón:plastificante (50:50 y 45:45), obteniéndose seis formulaciones para cada tipo de mezcla. La homogeneidad de los materiales resultantes se determinó mediante análisis cualitativo por microscopía óptica, mientras que la evaluación de propiedades mecánicas y térmicas se realizó a través de ensayos tracción-deformación y análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido (DSC), respectivamente. De igual manera, se realizaron ensayos por espectroscopía infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR) y de biodegradabilidad: aerobios, anaerobios, en suelo y mediante vermicomposteo.

Los resultados obtenidos por microscopia óptica permitieron seleccionar tres formulaciones con el mayor grado de miscibilidad, las cuales corresponden únicamente a las mezclas PLA-almidón de oca con relación almidón:plastificante 50:50. Los materiales con defectos tales como gránulos de PLA y aglomeraciones de almidón, ambos de diferentes tamaños, fueron descartados. Estas irregularidades condujeron a la heterogeneidad del material final, lo que limitaría su aplicabilidad en la industria. El grado de homogeneidad de las tres formulaciones escogidas mostró una relación directa con el contenido de PVA y plastificante en la formulación y depende de la interacción entre los grupos hidroxilos (OH) de sus componentes; probablemente, los OH presentes en el almidón se unen por medio de enlaces de segundo orden preferentemente a los OH del glicerol y de manera secundaria a los del PVA.

Los resultados de resistencia a la tensión, alargamiento a la rotura, módulo de Young y límite elástico reflejan que conforme aumenta el porcentaje de PVA, se requiere mayor resistencia para provocar la deformación plástica del material. Los análisis por medio de FTIR evidencian el cambio en la longitud de onda de la banda vinculada al grupo carbonilo (C=O), que revela una posible interacción química entre el C=O proveniente del PLA y los grupos acetato no hidrolizados del PVA.

El estudio por DSC muestra un solo valor de temperatura de transición vítrea (Tg) para cada formulación. Según bibliografía especializada un sólo valor de Tg, que se encuentre entre las Tg de los componentes puros, manifiesta la interacción entre PLA, PVA y almidón, lo que a su vez evidencia la homogeneidad de las mezclas obtenidas. Adicionalmente, dichos valores de Tg son directamente proporcionales al contenido de compatibilizante.

Desde el punto de vista del tipo de ensayo, la biodegradabilidad de los especímenes muestra el siguiente orden: condiciones anaerobias > vermicomposteo > condiciones aerobias > suelo natural. La información referente al tiempo de degradación, evidencia una ventaja de las mezclas PLA-almidón frente a los plásticos tradicionales. Finalmente, los resultados globales del presente estudio proyectan a la mezcla PLA-almidón de oca como una alternativa para aplicaciones de empaques, adhesivos e impresiones 3D.

REFERENCIAS

[1] Shirai MA, Grossmann MV, Mali S, et al. "Development of biodegradable flexible films of starch and poly(lactic acid) plasticized with adipate or citrate esters". Carbohydrate Polymers. January 2013. Vol. 92-1. p. 19-22. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.038

[2] Zhang J, Sun X. "Mechanical and Thermal Properties of Poly(lactic acid)/ Starch Blends with Dioctyl Maleate". Journal of Applied Polymer Science. May 2004. Vol. 94-4. p. 1697–1704. DOI: https://doi.org/10.1002/app.21078

[3] Dilkushi KM, Tarverdi K, Withnall R, et al. "Incorporation of wheat starch and coupling agents into poly(lactic acid) to develop biodegradable composite". Plastics, Rubber and Composites. November 2013. Vol. 40-1. p. 17-24. DOI: https://doi.org/10.1179/174328911X12940139029202