

Estudio del efecto de la mezcla binaria de bioplastificantes comerciales en las propiedades térmicas, mecánicas y reológicas del PLA

Carlos Rafael Casas-Soto, Sergio Gabriel Flores-Gallardo y Alejandro Vega-Rios.

RESUMEN

El presente trabajo se estudió las propiedades térmicas, mecánicas y reológicas de mezclas de PLA amorfo con aceite epoxidado de soya (ESBO)/citrato de tributilo (CTB), los cuales son plastificantes amigables con el medio ambiente y derivados de fuentes sostenibles. Las mezclas fueron preparadas por mezclado en fundido y las propiedades fueron evaluadas por Análisis Termogravimétrico (TGA), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), Análisis Dinámico Mecánico (DMA) y Reometría Oscilatoria.

INTRODUCCIÓN

El poli (ácido láctico) (PLA) es un poliéster termoplástico biodegradable y biocompatible, derivado de fuentes renovables y está disponible comercialmente. Este posee un alto módulo elástico, alta resistencia mecánica y buena transparencia. Estas propiedades hacen del PLA un candidato adecuado para sustituir a termoplásticos a base de petróleo en aplicaciones de películas y empaque.

Sin embargo, el PLA presenta algunos inconvenientes, ya que es frágil lo cual limita su uso en la industria del embalaje. Una forma mejorar la flexibilidad es mediante la adición de plastificantes los cuales también mejoran la capacidad de procesamiento al disminuir la temperatura de transición vítrea (T_g).

MATERIALES Y MÉTODOS

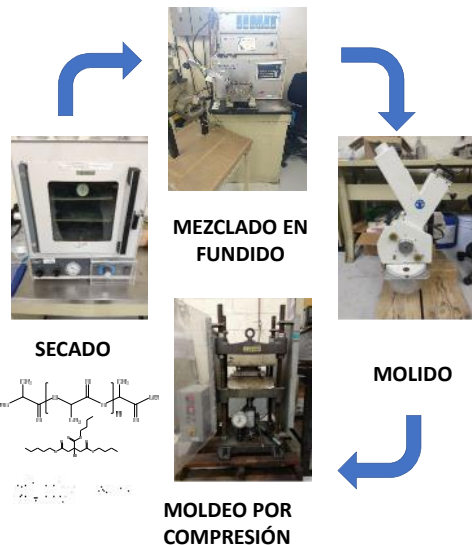


Tabla 1.- Formulaciones PLA/ESBO/CTB

| | PLA 4006D | ESBO | CTB |
|---|-----------|------|-----|
| 1 | 100 | 0 | 0 |
| 2 | 95 | 5 | 0 |
| 3 | 95 | 0 | 5 |
| 4 | 90 | 0 | 10 |
| 5 | 85 | 0 | 15 |
| 6 | 90 | 5 | 5 |
| 7 | 85 | 5 | 10 |
| 8 | 80 | 5 | 15 |

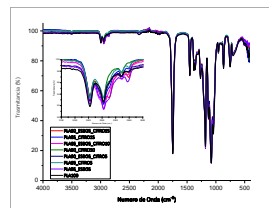


Fig. 1.- FTIR PLA y Mezclas PLA/ESBO/CTB

RESULTADOS

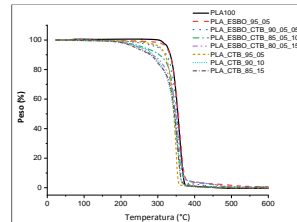


Fig. 2.- TGA Mezclas PLA/ESBO/CTB

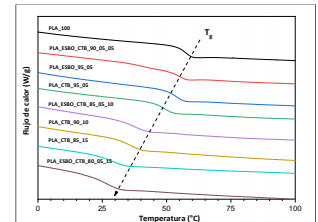


Fig. 3.- DSC Mezclas PLA/ESBO/CTB

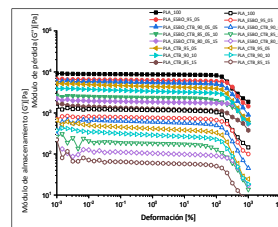


Fig. 4.- Reometría Oscilatoria: Barrido de deformación

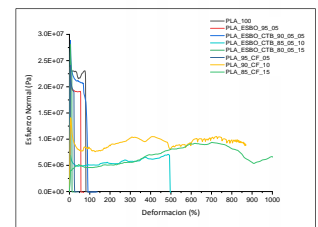


Fig. 5.- Gráfica Esfuerzo-Deformación

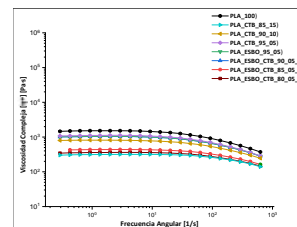


Fig. 5.- Reometría Oscilatoria: Barrido de Frecuencia Viscosidad Compleja

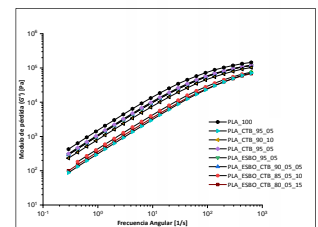


Fig. 6.- Reometría Oscilatoria: Barrido de Frecuencia Módulo de pérdida

CONCLUSIONES

- Se prepararon mezclas en fundido de PLA, ESBO Y CTB. Los análisis termogravimétricos mostraron una mejora en las propiedades térmicas de la mezcla de ESBO/CTB respecto al CTB puro.
- En el DSC se observó que la mezcla tiene un excelente efecto plastificante al disminuir más de 30°C la temperatura de transición vítrea con una adición del PLA:ESBO/CTB 80:05/15 mostrando también una buena miscibilidad al mostrar solo una T_g .
- El Barrido de deformación, se observó que la mezcla de plastificantes disminuye los módulos pero no cambia el comportamiento viscoelásticas lineal (LVE).
- En el ensayo de esfuerzo deformación, para la mezcla PLA:ESBO/CTB 80:05/15 se obtuvo una elongación de 500%, lo cual cae en el rango de un material elastomérico, lo cual supone un enorme incremento de las propiedades dúctiles del PLA.
- Asimismo, en el barrido de frecuencia, debido al efecto plastificante de la mezcla ESBO/CTB hubo una disminución de la viscosidad compleja, del módulo de almacenamiento y de pérdida en el estado fundido comparados con el PLA Puro.

Agradecimientos

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. CIMAV
- A los Técnicos Académicos Daniel Laridzábal, Erika López, Mónica Mendoza, y Luis de la Torre de Laboratorios de CIMAV de Reología y Procesamiento, Análisis Térmicos y Catalisis por los análisis realizados.
- A Miguel Aguirre Aguayo.

REFERENCIAS

- Labrecque, L. V.; Kumar, R. A.; Davé, V.; Gross, R. A.; McCarthy, S. P. J. Appl. Polym. Sci. 1997, 66 (8), 1507–1513.
- Wagner, M. En Thermal Analysis in Practice: Fundamental Aspects; Carl Hanser Verlag: Munich, 2018; pp 241–267.
- Mezger, T. G. En The Rheology Handbook; Vincent Network: Hanover, Germany, 2014; pp 135–210.
- Ali, F.; Chang, Y.; Kang, S. C.; Yoon, J. Y. Polym. Bull. 2009, 98 (62), 91–98