



Compuestos de polipropileno-fosfoyeso para usos potenciales en la industria de la construcción §

José E. Arévalo-Fester^{1*}, Nicolino Bracho²

¹⁾ Unidad de Unidad de Aprovechamiento de Desechos y Sub-productos Industriales Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas - INZIT. Maracaibo, Venezuela

²⁾ Gerencia de Manufactura, Polipropileno de Venezuela, Propilven S.A. Maracaibo, Venezuela

(*) joseduardo27@gmail.com

Recibido: 23/11/2017

Revisado: 30/11/2017

Aceptado: 06/12/2017

Resumen

Los materiales compuestos, tales como polímeros reforzados, poseen ventajas como alta resistencia y rigidez, baja densidad, así como la flexibilidad en su fabricación; por lo tanto, su potencial en la sustitución de materiales convencionales (como el concreto, aluminio y acero) en la industria de la construcción se ha convertido atractivo. En este trabajo se presenta la preparación de polipropileno reforzado con fosfoyeso (FY). Actualmente en Venezuela existe una considerable producción de fosfoyeso como residuo de la industria de fertilizantes, por ello es considerado como un pasivo ambiental, con problemas para su disposición final debido a las altas áreas al aire libre necesaria para su almacenamiento. En este sentido, la preparación de compuestos de polipropileno-fosfoyeso (PP-FY) podría tener un uso potencial en sistemas sustentables de construcción, como sustitutos económicos de los materiales usados tradicionalmente.

Palabras claves: materiales compuestos; polipropileno; fosfoyeso; [residuos industriales](#)

Abstract

Polypropylene-phosphogypsum composites for potential uses in the construction industry. Composite materials, such as reinforced polymer have advantages like high strength and stiffness, low density, and flexibility in manufacture; therefore, their potential in replacing conventional materials (such as concrete, aluminum and steel) in the construction industry has become attractive. In this paper the preparation of phosphogypsum (PG) reinforced polypropylene is presented. Currently in Venezuela there is considerable production of phosphogypsum as a waste product of the fertilizer industry, therefore is considered as an environmental passive, with final disposal problems due to high outdoor areas needed for storage. In this regard, the preparation of composite of polypropylene-phosphogypsum (PP-PG) could have a potential use in sustainable building systems, as cheap substitutes for materials traditionally used.

Key words: Composites; Polypropylene; Phosphogypsum; Industrial waste

Introducción

Día a día crece el interés industrial por la reutilización de subproductos o residuos industriales como rellenos o refuerzos de materiales compuestos. Ello conduce a la reducción de costos, procesamiento mejorado, control de la densidad, efectos ópticos, conductividad térmica, control de la expansión térmica, propiedades eléctricas, propiedades magnéticas, retardo de la llama, y la mejora de propiedades mecánicas, tales como dureza y resistencia a la ruptura¹. La demanda de compuestos poliméricos para el sector construcción aumenta anualmente y las empresas fabricantes se han abocado al uso de rellenos minerales y polímeros provenientes de residuos domésticos o industriales. En este sentido, grandes cantidades de fosfoyeso están disponibles como un subproducto de la industria de fertilizantes de fosfato. En Venezuela, en el

Complejo Petroquímico Morón, existe una laguna de más de 5.000 MTM de fosfoyeso, con una tasa de crecimiento de 1000 TM diarias y 300 mil TM anuales, según informó la Gerencia de Producción de Fosfatados de Pequiven². Esto representa una fuente de materia prima importante para la preparación de compuestos poliméricos con potenciales usos industriales en Venezuela. Debido a ello, en este trabajo se realizó la preparación de compuestos de polipropileno-fosfoyeso (PP-FY) con el fin de determinar sus propiedades mecánicas como una aproximación al estudio de aplicabilidad en la fabricación de materiales de construcción.

Metodología

Materiales

Para llevar a cabo este estudio se emplearon los siguientes materiales: Polipropileno (PP) grado inyección (J700), producido en PROPILVEN S.A., Venezuela. El fosfoyeso fue

§ Trabajo presentado en el XVI Coloquio Venezolano de Polímeros. Cumaná, Venezuela, 24-26 de mayo de 2016.

obtenido del Complejo Petroquímico Morón (PEQUIVEN), Venezuela.

Ensayos

Para la preparación de las mezclas, inicialmente se realizó la molienda de los pellets de PP, para obtener una mezcla homogénea entre las resinas y el fosfoyeso. Para ello se utilizó un molino marca Retsch GmbH, con una velocidad de 13,5 rpm. Por otro parte, las probetas para las determinaciones de propiedades mecánicas fueron elaboradas en una máquina de moldeo por inyección marca Toshiba, modelo IS-55, con temperaturas entre 140 y 200 °C a lo largo del tornillo, una presión de inyección de 50 Kg/cm² y 18,5 s de enfriamiento a 60 °C, antes de la apertura del molde. Para el análisis estadístico se realizaron 10 probetas por cada mezcla las cuales fueron evaluadas después de 48 h de su moldeo.

La resistencia tensil y flexural se determinaron con un equipo de ensayos universales marca Tinius Olsen, modelo H5KS, aplicando 100 Kgf en un rango de extensión de 25 mm y una velocidad de 50 mm/min para la resistencia tensil y 1,28 mm/min para la resistencia flexural, de acuerdo a las normas ASTM D-638 y ASTM D-790.

La resistencia al impacto se determinó en un equipo de péndulo de impacto Izod, marca Toyoseiky, provista con una cámara de refrigeración y un péndulo de 2 ft/lb. Las determinaciones se realizaron a 23 °C.

Resultados

En la figura 1 se observan los resultados de la caracterización mecánica de los compuestos de PP-FY preparados, donde los números asociados corresponden a la cantidad en porcentaje del material empleado. En este sentido, se evidencia que la mezcla con menor cantidad de fosfoyeso 70PP-30FY es la que exhibe mejores propiedades mecánicas, incluso se nota que el esfuerzo a la ruptura (ER) y la resistencia a la flexión (RF) superan a los obtenidos en la mezcla patrón de polipropileno 100PP. Este resultado es comparable con la mezcla 60PP-40FY.

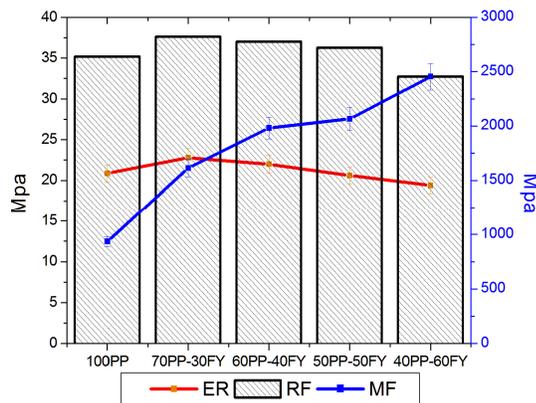


Fig. 1: Propiedades mecánicas: esfuerzo a la ruptura, resistencia a la flexión y módulo de flexión (MF) de los compuestos PP-FY preparados.

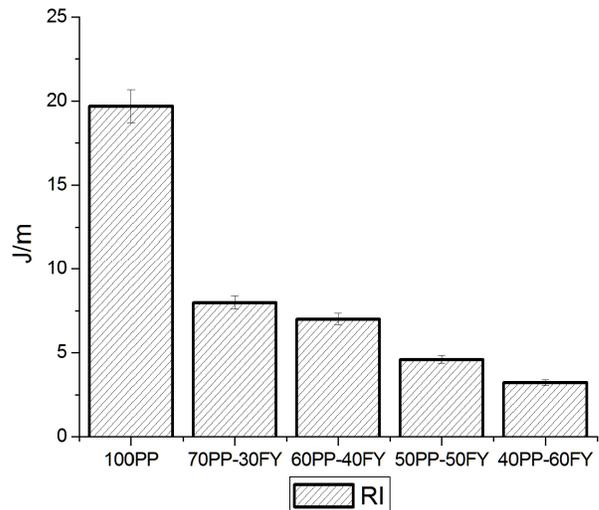


Fig. 2: Propiedades mecánicas: resistencia al impacto Izod (RI) de los compuestos PP-FY preparados.

La tendencia general indica que ER y RF aumentan a medida que disminuye la carga de FY en la matriz polimérica. Sin embargo, los resultados obtenidos de la resistencia al impacto Izod (RI), indican un comportamiento inverso. Tal comportamiento es lo esperado tomando en cuenta los resultados del módulo de flexión (MF) mostrados en la figura 1 para toda la serie de compuestos analizados.

Los resultados anteriores, supone una mayor adhesión entre la matriz de PP y el FY a baja concentraciones de FY. Por otro lado, a mayor concentración de FY, pueden estar formándose aglomerados de este material y vacíos en las interfases, convirtiéndose en sitios promotores de fallas estructurales en el compuesto. Esto fue observado por Thomason³, quien correlacionó este fenómeno con la disminución de propiedades mecánicas como la fuerza de corte interlaminar, módulo de flexión y resistencia a la fatiga. Por otro lado, podrían presentarse defectos por la inadecuada distribución de las regiones cristalinas del polímero⁴.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que es posible la preparación de compuestos de PP-FY, por extrusión, con unas propiedades mecánicas que dependen de la carga de FY en la matriz polimérica. Por otro lado, la carga nominal de FY en el compuesto que presentó mejores propiedades mecánicas, representa una cantidad apreciable, lo cual es interesante como método para su confinamiento y así contribuir a la reducción de este material considerado como pasivo ambiental, además de darle valor agregado si se considera su aplicación intensiva en materiales de construcción, tales como paneles, bloques, postes etc.

Agradecimiento

Los autores agradecen a PROPILVEN S.A. y a PEQUIVEN por la donación de las muestras de polipropileno y fosfoyeso, respectivamente.

Referencias

1. YJ Denev. Surface modification of phosphogypsum used as reinforcing material in polyethylene composites. **Elastom. Plast., 41**, 119-132 (2009).
2. E Casanova, R Goitia, P Pereira, J Comerma, C Aguilar. Necesidades y perspectivas agronómicas de fertilizantes y enmiendas en Venezuela. **Venezuelos, 1(1)**, 17-23 (1993).
3. JL Thomason. The interface region in glass fibre-reinforced epoxy resin composites: 1. Sample preparation, void content and interfacial strength. **Composites, 26(7)**, 467-475 (1995).
4. D Spanicek, J Indof. Defects in polymer materials as design process consequence. **Proceedings of DESIGN 2004** (8th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia), 1-6 (2004).