

## Uso de celulosa recuperada para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del Polipropileno.

R. Barrón Chacón

*Universidad Autónoma de Chihuahua*

remibch96@hotmail.com

D. Alemán Herdández

*Instituto Tecnológico de Chihuahua*

david.alemaan@hotmail.com

E. López Martínez

*Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C.*

ericka.lopez@uach.mx

S. Flores Gallardo

*Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C.*

sergio.flores@cimav.edu.mx

C. A. Hernández Escobar

*Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C.*

claudia.hernandez@cimav.edu.mx

E.A. Zaragoza Contreras

*Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C.*

armando.zaragoza@cimav.edu.mx

### Resumen

Se presenta el comportamiento reológico y mecánico en los diferentes composites de polipropileno adicionando celulosa recuperada de un residuo agroindustrial y como agente compatibilizante el anhídrido maléico injertado con polipropileno, con la finalidad de mejorar la calidad de un polímero utilizado comúnmente en la industria y poder darle un valor agregado a un desperdicio agroindustrial mediante un proceso sustentable. El procesamiento que tuvieron estos composites fueron en una cámara de mezclado desde 1.25%-20% de celulosa recuperada de la vaina de trigo y 6 phr de MAPP, se moldearon probetas en una prensa térmica para las diferentes caracterizaciones. En la sección de reología, Gracias a un reómetro se obtuvo una relación Viscosidad-Frecuencia y el modulo elástico ( $G'$ ). En lo mecánico mediante una relación esfuerzo-deformación en un análisis Mecánico Dinámico (DMA), se obtuvo el módulo de Young. De las probetas se adquirieron morfologías superficiales para observar el comportamiento de las fibras. De un 5% a 20% en peso de celulosa mejoro las propiedades mencionadas del polipropileno, por lo tanto, los residuos agroindustriales son una fuente de materia prima para el mejoramiento de otra.

Palabras Clave: Residuo agroindustrial, Procesamiento de polímero, PP, Propiedades mecánicas

## Abstract

The rheological and mechanical behavior in polypropylene composites were modified by adding cellulose recovered from an agro-industrial residue and compatibilizing agent (maleic anhydride grafted with polypropylene, MAPP) to improve the quality of a polymer commonly used in industry and to give it a value added to agro-industrial waste through a sustainable process. The processing of these composites was in a mixing chamber from 1.2 to 20 wt% of cellulose recovered from the wheat sheath and 6 phr of MAPP, probes were moulded in a thermal press to achieve characterizations. In the rheology section, a relationship between Viscosity-Frequency and the elastic modulus ( $G'$ ) was determined. The mechanical characterization (DMA) indicated a relationship between stress-strain and the Young modulus. Superficial morphologies were acquired by the probes to observe the behavior of the fibers. Cellulose charges from 5 to 20 wt% improved the mechanical properties, indicating that the agro-industrial residues are a suitable source of raw material for mechanical reinforcement.

Key-words: Agro-industrial waste, Polymer process, PP, Mechanic properties

## 1. Introducción

Toneladas de excedentes agroindustriales, generados por el procesamiento del trigo, son un foco de atención a nivel mundial (Mamun & Bledzki, 2013) para la obtención de energía, combustible y otros productos de interés. No todos los residuos carecen de valor. La transformación de estos materiales para la obtención de materias primas tiene una gran ventaja ya que son sustentables y abundantes en la naturaleza por medio de prácticas tecnológicas modernas para el mejoramiento de productos usados en la vida cotidiana.

El polipropileno es uno de los materiales poliméricos más importantes ya que es amplio en el comercio (Huang, Xu, Wu, & Lv, 2017), por lo tanto mejorar las propiedades mecánicas de este producto es igual a mejorar la calidad de este material. En las últimas décadas ha habido un gran interés en las aplicaciones de las fibras de la celulosa como reforzantes de algunos polímeros (Maia et al., 2017)

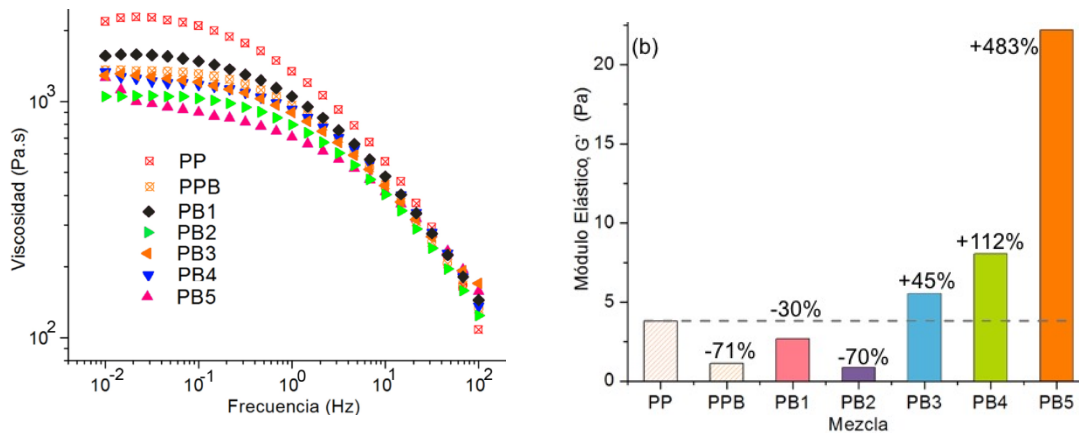
## 2. Desarrollo experimental

Se recuperó celulosa a partir de vaina de trigo y como matriz polimérica el polipropileno (Formolone 4100N) y como agente MAPP (First Quality Chemicals 3200), se definieron los 5 composites de 1.25 a 20% en peso de celulosa (Kaya et al., 2017) y 6 phr de MAPP y tres blancos de polipropileno, PP con MAPP y PP con celulosa (5%) (Tabla 1). Definido esto, se prepararon mezclas mediante la cámara de mezclado a 100 rpm a 135°C (Bansal, Kumar, & Jindal, 2017). Se moldearon probetas para caracterización mecánica y morfológica.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Pruebas Reológicas

El análisis reológico mediante un reómetro rotacional (MCR501, Anton Para). Se preparó un mínimo de 3 g de pellets. Se obtuvo una relación viscosidad-frecuencia y el módulo elástico ( $G'$ ). PB1 se encuentra por debajo del blanco polipropileno, PB2, PB3 y PB4 por debajo de los dos blancos, con una aproximación de sus valores creando una similitud de curvatura, PB5 y PB4 se posicionan por debajo de los blancos y de las demás mezclas. PB5 tiene una menor viscosidad, haciéndolo más factible para su procesamiento. Con respecto a  $G'$ , de 5 a 20% en peso de celulosa incrementa de un 45 a 483% con respecto al blanco de polipropileno (Fig.1).

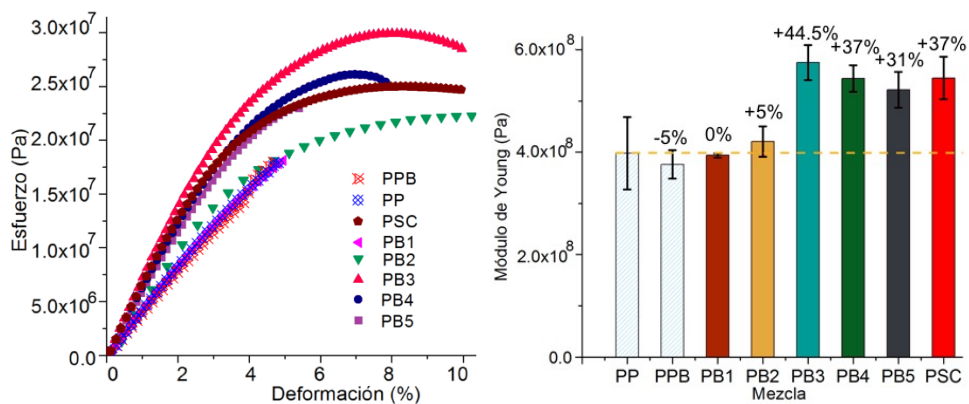


**Fig.1** Gráficas de (a) Viscosidad-Frecuencia y (b) Módulo Elástico (G') para los composites PP/MAPP/CEL

### 3.2 Caracterización mecánica

Pruebas de tensión se realizaron en un analizador dinámico mecánico (RSAIII, TA Instruments) con geometría de tensión, por medio de probetas rectangulares de 3-4 mm de ancho y de largo 5 cm.

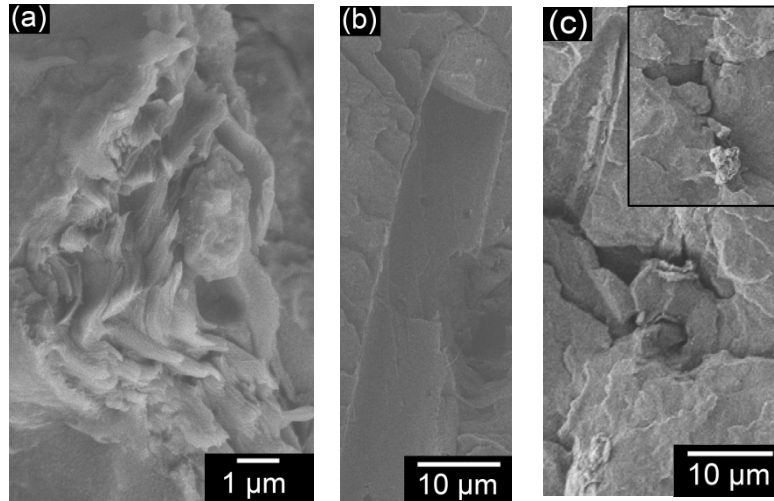
En el análisis mecánico, en la región elástica PSC (blanco sin MAPP), PB4, PB5 mantienen una similitud de valores creando una misma recta, los otros blancos y PB1 de la misma manera y PB3 que se destaca de todos los composites aumentando hasta un 44.5% del módulo de Young con respecto al PP (Fig. 2).



**Fig.2** Gráficas de (a) Esfuerzo-Deformación y (b) Módulo de Young (E) para los composites PP/MAPP/CEL.

### 3.3 Morfologías

Mediante un STEM se observó la importancia que tiene el MAPP como agente de la celulosa y el PP.



**Fig.3** Morfología superficial (a) y (b) composite PB5  
(c) composite PSC

El blanco sin celulosa (c) se observa como las fibras no fueron adheridas a la matriz polimérica (Dikobe & Luyt, 2017) crando huecos al ser fracturada la probeta, en cambio (a) con MAPP las fibras se mantuvieron adheridas a la matriz (Fig. 3)

### 4. Conclusión

Los residuos agroindustriales son una importante fuente de materias primas y pueden ser usados para mejorar productos que son utilizados cotidianamente, ya que tiene un gran potencial para el uso de diversos campos tecnológicos y en este caso la celulosa extraída a partir de vaina de trigo y como agente el MAPP tienen la capacidad de mejorar las propiedades mecánicas y reológicas del polipropileno, lo que da referencia que este compositie es una materia prima mejorada para la industria.

### 5. Agradecimiento

Los autores agradecen al CIMAV, UACH FING, compañeros de Química Polímero y Procesamiento de Polímeros, Mónica Mendoza, Wilber Antúnez, Brian Villanueva, Luis Solorio, Jose Luis Espinoza, Roal Torres, por todo su apoyo.

## 6. Referencias

- Bansal, S., Kumar, N., & Jindal, P. (2017). Effect of MWCNT Composition on the Hardness of PP/MWCNT Composites. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 3867–3871.
- Dikobe, D. G., & Luyt, A. S. (2017). Thermal and mechanical properties of PP/HDPE/wood powder and MAPP/HDPE/wood powder polymer blend composites. *Thermochimica Acta*, 654(April), 40–50.
- Huang, J., Xu, C., Wu, D., & Lv, Q. (2017). Transcrystallization of polypropylene in the presence of polyester/cellulose nanocrystal composite fibers. *Carbohydrate Polymers*, 167, 105–114.
- Kaya, N., Atagur, M., Akyuz, O., Seki, Y., Sarikanat, M., Sutcu, M., ... Sever, K. (2017). Fabrication and characterization of olive pomace filled PP composites. *Composites Part B: Engineering*, 1–7.
- Maia, T. H. S., Larocca, N. M., Beatrice, C. A. G., de Menezes, A. J., de Freitas Siqueira, G., Pessan, L. A., ... de Almeida Lucas, A. (2017). Polyethylene cellulose nanofibrils nanocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 173, 50–56.
- Mamun, A. A., & Bledzki, A. K. (2013). Micro fibre reinforced PLA and PP composites: Enzyme modification, mechanical and thermal properties. *Composites Science and Technology*, 78, 10–17.