

Evaluación de Compuestos de Polipropileno y Carbonato de Calcio para aplicaciones industriales.

Andrés Rigail Cedeño, M.Sc.
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
arigail@espol.edu.ec

Ángel Mendoza Rumiguano.
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
amendoza@espol.edu.ec

Resumen

En los actuales momentos la nanotecnología ha tenido un avance muy grande debido a las diferentes investigaciones que se realizan en todo el mundo, especialmente a nivel nanométrico por lo que se han enfocado en desarrollar nuevos materiales poliméricos de alto desempeño. Estos materiales han sido modificados a nivel nanométrico son requeridos para fabricar productos con características mecánicas y térmicas únicas y superiores a la del compuesto original. Para este proyecto se utilizan 2 materiales como son polipropileno y carbonato de calcio. Se fabricarán mezclas a 5 concentraciones diferentes de polipropileno y carbonato de calcio. Posteriormente se evaluarán sus propiedades mecánicas mediante ensayos de Resistencia a la Tracción y Resistencia al Impacto, luego se evaluará propiedades reológicas mediante el ensayo de índice de Fluidez (MFI) y finalmente se evaluarán sus propiedades térmicas mediante un Análisis Termo gravimétrico (TGA) y por Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC). Con este proyecto, se espera optimizar el rendimiento en el uso de estos compuesto, reducción de costos de fabricación y como una propuesta para las industrias plásticas del país .

Palabras Claves: *nanométrico, nanotecnología.*

Abstract

At the present time nanotechnology has been a significant progress due to the different research being conducted around the world, especially at nanometric level that have focused on developing new high performance polymeric materials. These materials have been modified at the nanoscale are required to manufacture products with unique mechanical and thermal properties and superior to the compound. For this project, using materials such as polypropylene 2 and calcium carbonate. To 5 is made by mixing different concentrations of polypropylene and calcium carbonate. Subsequently evaluate their mechanical properties by testing tensile and Impact strength, rheological properties are the evaluated by testing flow index (MFI) and finally evaluate their thermal properties using a Thermo Gravimetric Analysis (TGA) and Differential Scanning Calorimetry (DSC). This project is expected optimize performance in the use of these compounds, reduced manufacturing costs and proposal for the plastics industries in the country.

Keywords: *nanometer, nanotechnology.*

1. Introducción

Se puede establecer que la nanotecnología es el diseño, caracterización y aplicación, mediante el control, el tamaño y las propiedades de la materia a escala nanométrica puesto que el término nanotecnología abarca un amplio rango de herramientas y potenciales aplicaciones.

El uso de partículas inorgánicas con resinas poliméricas es común en las industrias plásticas con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas, térmicas y reológicas; en diversas áreas como aplicaciones automovilísticas, construcción y otras aplicaciones industriales. Los efectos de las partículas inorgánicas en los compuestos dependen de muchos factores tales como el tamaño de grano de la partícula, las características del material y el grado de dispersión.

En principio el propósito de adicionar materiales de rellenos a los polímeros, fue la reducción de costos por el ahorro de resinas. Sin embargo, se ha incrementado el uso de rellenos como parte funcional de la industria de procesamiento de plásticos. El presente trabajo permite el análisis de mezclas de plásticos y material inorgánico, específicamente polipropileno con carbonato de calcio con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, reológicas y térmicas.

El presente trabajo permite el análisis de mezclas de plásticos y el material inorgánico, específicamente polipropileno con carbonato de calcio con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, reológicas y térmicas; y comparar las propiedades de PP puro respecto al PP con CaCO_3 en diferentes concentraciones

Para esto se evaluará las siguientes propiedades:

- Ensayo de Tracción.
- Ensayo de Impacto.
- Índice de Fluidéz.
- Análisis Termo Gravimétrico.

2. Trabajo Experimental.

2.1. Materiales.

Se utilizaron materiales fueron los siguientes: como material de relleno se utilizó carbonato de calcio y el tipo de resina fue polipropileno.

Carbonato de calcio fue obtenido de la comuna de San Antonio con tamaño de grano de 1 a 10 μm . Se usó polipropileno con densidad 0,91 g/cm^3 marca Braskem de origen Brasil

2.2. Preparación de los compuestos de Polipropileno y Carbonato de Calcio.

Los compuestos de polipropileno y carbonato de calcio fueron realizados en las siguientes etapas:

- Mezclado.
- Extrusión de las mezclas.
- Molido de la mezclas.
- Inyección de las mezclas.
- Evaluación de las mezclas.

La primera etapa consistió en realizar las mezclas a partir de polipropileno y carbonato de calcio, a continuación se describirá las concentraciones de cada una de las mezclas; esta etapa se lo realiza de manera manual con una masa total de 500 gramos cada una de las mezclas.

Tabla 1. Composición de compuestos formados por la mezcla de polipropileno y carbonato de calcio.

	% PP	% CaCO_3
MUESTRA 1	100	0
MUESTRA 2	95	5
MUESTRA 3	90	10
MUESTRA 4	80	20
MUESTRA 5	70	30

En la segunda etapa se procede a fundir cada una de las mezclas, se realiza en un reómetro de torque de nombre Brabender, a temperaturas de 190 °C y con una velocidad de husillo de 150 rpm.

Posteriormente en la tercera etapa se procede a triturar cada una de las mezclas previamente fundidas, se realiza en un molino de cuchillas para tener como resultado mezclas en forma de pellets o polvo.

En la cuarta etapa se procede a inyectar el material, se utiliza una máquina inyectora con temperatura de 190 C y una presión de 140 MPa, como resultado se obtiene probetas para realizar los ensayos de tensión y de impacto con medidas estandarizadas de acuerdo a sus normas correspondientes.

Para finalizar se procede a realizar todos los ensayos planificados (ensayo de tracción, ensayo de impacto, índice de fluidez y análisis termo gravimétrico)

a) Para el ensayo de tracción se realizó en una máquina universal de marca Shimadzu con una velocidad de ensayo de 100 mm/min; las dimensiones de las probetas se detallan a continuación:

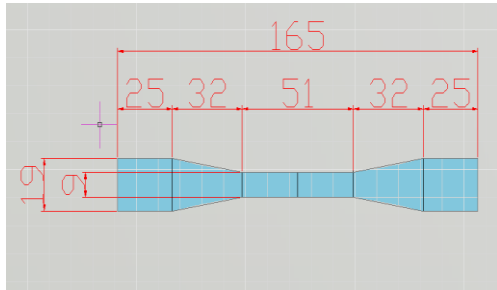


Figura 1. Medidas de las probetas de tracción.

Teniendo un espesor de 32 mm

Para el ensayo de impacto se realizó en una máquina de impacto de marca Tinius Olsen, las dimensiones de las probetas 65x12,7x2,9 mm³.

Para el ensayo de análisis termo gravimetría y calorimetría diferencial de barrido, se realizó en analizador térmico, marca TA, con velocidad de calentamiento de 20 °C/min, desde 40 °C a 900 °C, en un medio inerte como el nitrógeno.

Para el ensayo de índice de fluidez se lo realizó en un plastómetro de marca Tinius Olsen a una temperatura de 190 °C.

3. Análisis de Resultados.

3.1. Ensayo de Tracción.

En la figura 2 se puede apreciar que existe un aumento del módulo elástico a medida que aumenta la concentración de carbonato de calcio en la matriz polimérica. En la figura 3 podemos apreciar que existe un aumento del esfuerzo de ruptura con la misma tendencia. Este crecimiento del módulo elástico surge debido a que el carbonato de calcio es un material particulado con propiedades rígidas mejores que las termoplásticas, que al ser dispersado dentro de la matriz polimérica se restringe la elongación de la matriz, produciendo que aumente el módulo elástico y el esfuerzo de ruptura.

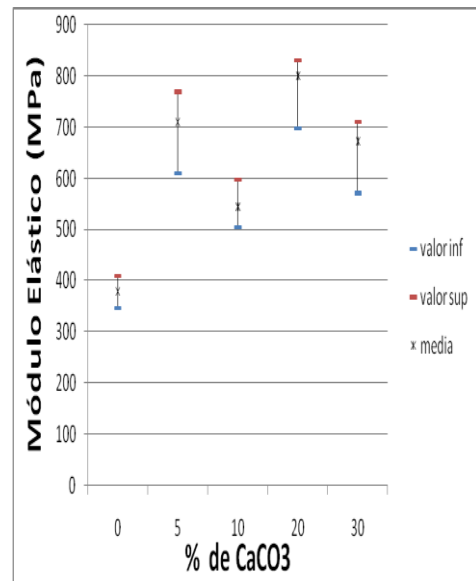


Figura 2. Módulo de elasticidad.

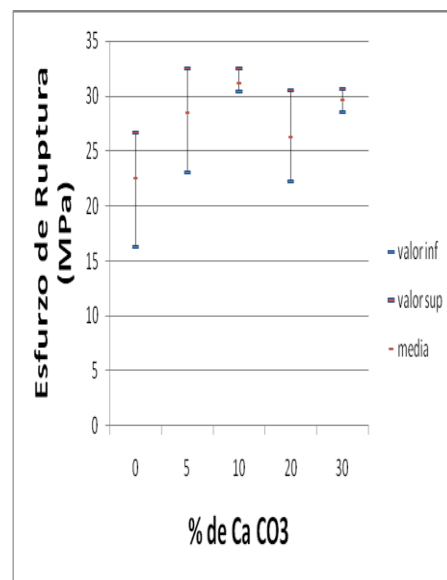


Figura 3. Esfuerzo de Ruptura

3.2. Ensayo de Impacto.

En la figura 4 se puede observar que a medida que aumenta la concentración de carbonato de calcio, la energía de impacto se aproxima a la del polipropileno puro, el cual es un material muy rígido y a mayor proporción entrega lo mejor de las propiedades de relleno, a nivel macro las propiedades de energía de impacto comienza a disminuir debido a que genera concentradores de esfuerzos a ínfimos aglomeramientos dentro del compuesto.

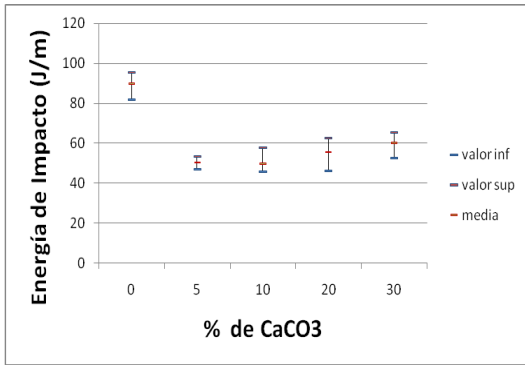


Figura 4. Resultados de ensayo de impacto

3.3. Ensayo de Índice de Fluidez.

En la figura 5 se puede observar el aumento de esta propiedad a medida que aumenta la concentración de carbonato de calcio, debido a una mejor dispersión de las partículas de carbonato de calcio. Esto se debe a la disminución de la viscosidad del material cargado, el porcentaje de carga del mineral es inversamente proporcional al índice de fluidez debido a la temperatura de procesamiento y al tamaño de grano del carbonato de calcio que se funde en la matriz polimérica.

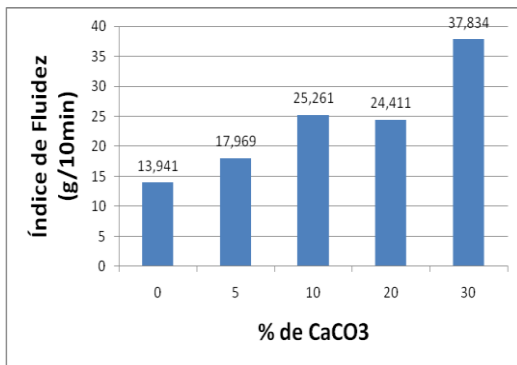


Figura 5. Índice de Fluidez.

3.4. Ensayo de Análisis de Termo Gravimetría.

En las figuras 6 y 7 se muestran los resultados de las pruebas de análisis termo gravimétrico de los diferentes compuestos y sus respectivos porcentajes de pérdidas de masa

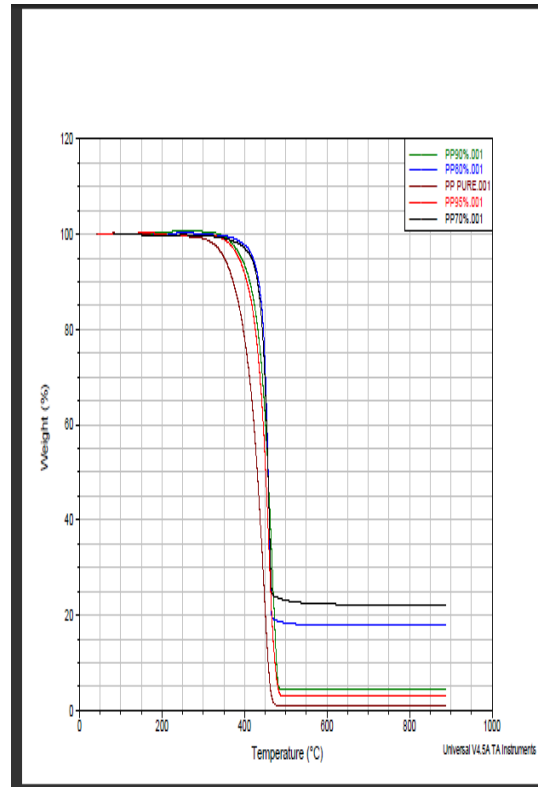


Figura 6. Curvas de TGA de los compuestos.

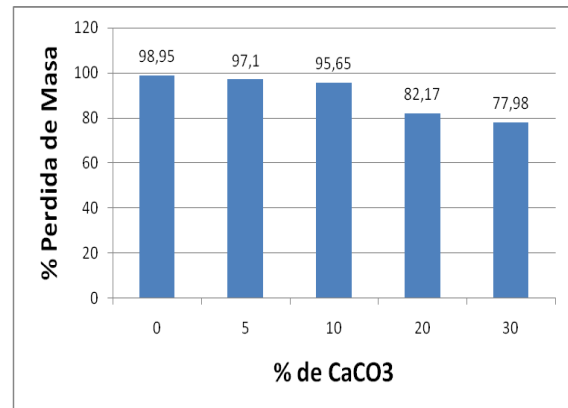


Figura 7. Resultados de porcentajes de pérdidas de masa de los compuestos.

A continuación se presenta los resultados como temperatura máxima y la temperatura al 95% de su masa.

Tabla 2. Resultados de TGA

% CaCO3	T _{max} (°C)	T _{95%} (°C)
0	351	450-

5	386,40	462,18
10	392,61	463,21
20	420,71	464,64
30	416,80	463,54

0	186,57	450,1
5	188,27	461,53
1	188,76	474,14
2	186,72	464,05
3	188,33	462,79

3.5. Ensayo de Calorimetría Diferencial de Barrido

En la figura 8 podemos observar las curvas de las temperaturas vítrea (Tg) y temperaturas de cristalización (Tc) de los compuestos.

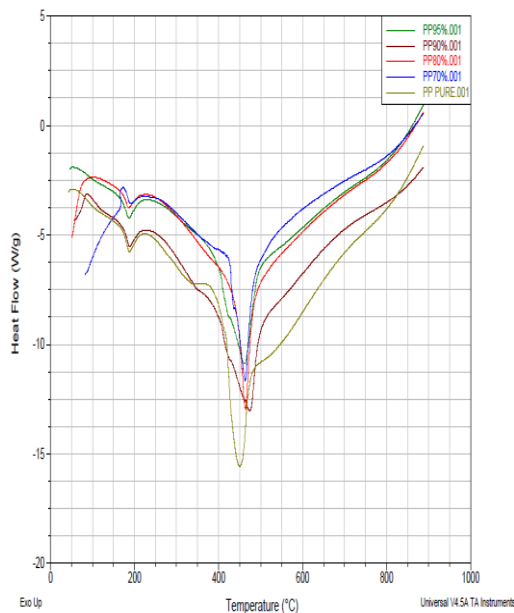


Figura 8. Resultados de las pruebas DSC

En la tabla 3 se muestran los resultados de las temperaturas de cristalización y vítrea de los compuestos.

% CaCO ₃	T _g (°C)	T _c (°C)
---------------------	---------------------	---------------------

Las temperaturas de transición y la temperatura de cristalización no varía significativamente en los análisis de los diferentes compuestos, la temperatura de transición del polipropileno puro es 186 °C y de cristalización es 450 °C.

4. Conclusiones

Con los materiales preparados en esta investigación, se ha podido disponer de un amplio abanico de características mecánicas con pequeñas variaciones de la composición de la matriz polimérica. La adición de CaCO₃ produce un aumento de la resistencia máxima a la tracción, por consiguiente al módulo de elasticidad y el esfuerzo de ruptura, en cambio la deformabilidad se reduce debido a la velocidad de deformación realizada en esta investigación.

Se evidencia un aumento significativo en las propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción, módulo elástico y esfuerzo de ruptura con el aumento de concentración en peso del CaCO₃, debido a que es un relleno de refuerzo/carga propia del mineral.

Respecto a la energía de impacto, se reduce a la mitad en menos proporción de CaCO₃, pero a medida que aumenta la concentración del carbonato de calcio la energía de impacto aumenta acercándose a la energía del impacto al PP puro, esto depende que el PP que se trabajo posee un alto valor de energía absorbida.

Respecto al índice de fluidez su valor aumenta a medida que aumenta la concentración del carbonato de calcio, debido a que disminuye su viscosidad en presencia de partículas rígidas del mineral.

Relacionados al análisis termo gravimétrico, mientras existe mayor concentración de carbonato de calcio su pérdida de masa va reduciendo, debido a las impurezas del mineral como sulfatos e hidratos, debido a que la temperatura de descomposición de los sulfatos es menor que la del carbonato de calcio.

En el análisis de calorimetría diferencial de barrido, las temperaturas de transición y de cristalización no varían considerablemente en los compuestos.

5. Referencias

- [1] Xing Q. “Crystallization and impact energy of polypropylene/CaCO₃ nanocomposites with nonionic modifier”, 2004.
- [2] Misra R. “Some aspects of surface deformation and fracture of 5-20% calcium carbonate”, 2004.
- [3] Zuiderum W. “Toughening of polypropylene with calcium carbonate particles”, 2002.

Ing. Andrés Rigail Cedeño.
Visto Bueno del Director de Tesis
Fecha:

Angel Mendoza Rumiguano.
Tesista FIMCP