

**Tesista:** Leandro Ludueña

Ingeniero en Materiales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Doctor en Ciencia de Materiales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

**Tema:** “Biocompuestos de matriz biodegradable con nanorefuerzos”

**Director de Tesis:** Dra. Vera Álvarez

**Codirector de Tesis:** Dra. Analía Vázquez.

**Lugar de Trabajo:** INTEMA - Facultad de Ingeniería – UNMDP.

**Fecha de Defensa:** 7 de diciembre de 2010

**Jurados:**

Dr. José María Kenny (ICTP, CSIC, Madrid, España)

Dr. Marcelo Villar (UNS)

Dra. Celina Bernal (Facultad de Ingeniería, UNMDP)

**Resumen:**

Ante la necesidad de disminuir la contaminación en el medio ambiente, en los últimos años se ha puesto énfasis en producir productos poliméricos biodegradables. Dentro de estos se encuentra la policaprolactona (PCL). La competitividad de la PCL frente a los clásicos polímeros no-biodegradables se puede mejorar con la tecnología de nanocompuestos. Incorporando nanorefuerzos inorgánicos a una matriz polimérica se pueden incrementar las propiedades mecánicas, las propiedades de barrera, las propiedades térmicas, y reducir otras tales como la adsorción de agua. Es importante destacar que estas propiedades se pueden modificar en gran medida a bajos contenidos de carga (generalmente menor al 10% en peso). El principal desafío al trabajar con este tipo de materiales es vencer la fuerte tendencia que tienen este tipo de partículas a aglomerarse, ya que es esencial obtener un alto grado de dispersión del refuerzo en la matriz para que la mejora de las propiedades finales del material sea efectiva.

En esta tesis se utilizó la técnica de intercalación en fundido para la preparación de nanocompuestos de PCL reforzada con diferentes tipos de nanoarcillas (montmorillonita natural y modificada). Se estableció como objetivo principal optimizar el grado de dispersión del nanorefuerzo dentro de la matriz y, consecuentemente, las propiedades finales del nanocompuesto, con el propósito de obtener un material procesable por medio de técnicas convencionales (extrusión, moldeo por inyección, calandrado, producción de films por soplado) y de propiedades finales comparables a las de los polímeros tradicionales. Para lograrlo, en un primer lugar se utilizaron arcillas químicamente modificadas para mejorar la compatibilidad matriz/refuerzo, ya que se supone que de esta manera se puede vencer la tendencia a la aglomeración de las partículas logrando la intercalación de un mayor número de cadenas de polímero.

En segundo lugar, se estudió el efecto de la modificación de las condiciones de preparación y la utilización de diferentes métodos para la obtención del producto final, basados en las hipótesis de que al encontrar las condiciones de procesamiento óptimas se mejora la distribución de las partículas en la matriz y de que diferentes métodos de procesamiento (diferenciados por el tipo de flujo del polímero fundido) pueden producir la orientación

preferencial de las partículas mejorando las propiedades mecánicas finales en determinadas direcciones. Se puso énfasis en el análisis del grado de dispersión del refuerzo mediante diferentes técnicas de caracterización y en establecer una correlación entre el grado de dispersión y las propiedades finales (tanto propiedades mecánicas, térmicas y de barrera, como también resistencia al “*creep*” y al impacto, estudiando además los procesos de cristalización en el seno del material, de crecimiento esferulítico y de biodegradación en suelo).

## **Abstract**

Because of waste accumulation at the end of the life cycle of traditional polymer products, the development of environmental friendly, degradable, polymeric materials has attracted extensive interest in the last decades. Polycaprolactone (PCL) is a chemically synthesised polymer, based on  $\epsilon$ -caprolactone units. It does not occur in nature but it is fully biodegradable. In order to obtain a competitive product, the PCL performance can be greatly enhanced with the addition of nanometer-size inorganic fillers. These materials are called nanocomposites and have the interesting characteristic that the mechanical; the barrier and the thermal properties, and some others such as the water adsorption and creep resistance, can be greatly improved with the addition of a small amount of filler (usually less than 10wt.%). The main drawback of this kind of materials is to overcome the strong tendency of the nanofillers to agglomerate rather than to disperse homogeneously in the polymeric matrix. In this work, PCL/clay nanocomposites prepared by melt intercalation were studied. The aim of this study was to optimize the clay dispersion degree into the PCL matrix and, consequently, to improve the final performance of PCL/clay nanocomposites in order to obtain a competitive material in comparison to traditional polymers, which can be processed by the usual industrial processing techniques (extrusion, injection molding, calendaring or film blow molding). Several chemically modified clays were used to improve the matrix/filler compatibility supposing that the higher the compatibility, the easier the intercalation process of the polymer chains into the clay galleries. Finally, the effect of extrusion parameters and different processing techniques (film stretching, injection molding and compression molding) on the final properties of the nanocomposite were analyzed, based on the hypothesis that optimal extrusion parameters can improve the distribution of the nanoclay layers and that the type of flow induced in different processing techniques can preferentially align the clay particles, both improving the final performance of the material. Special effort was made to analyze the clay dispersion degree by using different characterization techniques, and to correlate it with the final properties (mechanical, thermal, barrier and impact properties, creep, isothermal crystallization and spherulitic growth, biodegradation in soil) of the prepared materials.