

## Biomateriales vía Extrusión Reactiva

R.O. Vargas<sup>1</sup>, L. Martínez-Suástegui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sección de Estudios de Posgrado e Investigación-IPN, México, D.F., 02250, Mexico  
Teléfono (55) 57296000 ext. 64512 E-mail: rvargasa@ipn.mx

**Resumen** — El presente trabajo trata sobre la simulación para procesamiento del ácido poliláctico (PLA) en un extrusor doble husillo corrotante. Para el desarrollo de la simulación se utiliza el método de momentos a las ecuaciones cinéticas acopladas con las ecuaciones de balance del extrusor. El modelo predice las principales variables a lo largo del extrusor como son el peso molecular promedio en peso y promedio en número, índice de polidispersidad, viscosidad y densidad.

**Palabras Clave** – biomateriales, Extrusión reactiva, PLA

**Abstract** — The present paper deals on the poly(lactide acid) (PLA) processing simulation in a co-rotating twin-screw extruder. In the development of this simulation, we used the moment method to the kinetic equations coupled with the balance equations of the extruder. The simulation can predict the main variables along the extruder such as the number and weight average molecular weights, polydispersity index, viscosity and density.

**Keywords** — biomaterials, PLA, reactive extrusion

### I. INTRODUCCIÓN

El ácido poliláctico es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Es un material altamente versátil, que se hace a partir de recursos renovables al 100%, como son la maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. Este ácido tiene muchas características equivalentes e incluso mejores que muchos polímeros derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos [1,2]. Los plásticos biodegradables pueden inyectarse, extrudirse y termoformarse, de igual forma que los plásticos convencionales derivados del petróleo y los productos obtenidos presentan las mismas propiedades [2].

Los extrusores de doble husillo se utilizan ampliamente para la mezcla, composición o reacción de materiales poliméricos. Además, son muy versátiles y las configuraciones de los husillos se pueden variar utilizando elementos de transporte con otros diseños con el fin de alcanzar determinadas características de la mezcla [3].

Para que la manufactura del PLA sea económicamente factible, se ha desarrollado un proceso continuo de una sola etapa utilizando extrusión reactiva REX [4]. Esta técnica requiere que la polimerización en masa se lleve a cabo en un intervalo de tiempo de (5-10 min), la cual se predetermina por el tiempo de residencia del sistema e extrusión y que la

estabilidad del PLA sea lo suficientemente elevada en el procesamiento. El octoato de estaño puede promover una polimerización rápida, pero también se puede tener el efecto inverso en el peso molecular y en las propiedades del PLA por el resultado de las reacciones de transterificación y de la formación de ciclos no únicamente en la polimerización sino también en el procesamiento del material fundido [4]. El octoato de estaño es uno de los catalizadores más eficientes con el que se obtienen altos pesos moleculares y buenas propiedades en general del PLA.

### II. CINÉTICA DE REACCIÓN

Muchos trabajos se han dedicado al estudio cinético del PLA. La naturaleza del proceso del crecimiento de cadena en polimerizaciones por apertura de anillo tiene una semejanza con la polimerización en cadena, ya que únicamente el monómero se adiciona al crecimiento de la cadena en la etapa de propagación. Especies más grandes que el monómero no reaccionan con las cadenas en crecimiento. Sin embargo, las polimerizaciones por apertura de anillo pueden tener características tanto de polimerización vía radicales libres como polimerización por etapas [5].

Se ha propuesto el siguiente esquema cinético para la polimerización del PLA:

Iniciación



Propagación



Terminación por transferencia al monómero



Donde  $[P_j]$  es la concentración del polímero con longitud de cadena  $j$  y  $[M]$  es la concentración de monómero. El peso molecular promedio en número ( $M_n$ ) y el peso molecular promedio en peso ( $M_w$ ) se pueden calcular con las siguientes ecuaciones o utilizar otras técnicas como la de momentos.