Educ. quím., **21**(2), 170-177, 2010. © Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X

Cómo obtener un polímero degradable en el laboratorio: síntesis de la poli(D,L-lactida) y caracterización por RMN ^{1}H

José E. Báez[1]

ABSTRACT (How to obtain a degradable polymer in the laboratory: Synthesis of poly(D,L-lactide) and characterization by ^{1}H NMR
An aliphatic polyester with degradable characteristics as poly(D,L-lactide) (PDLLA) was synthesized by ring-opening polymerization (ROP) of the D,L-lactide using tin (II) 2-ethyl-hexanoate as initiator and primary alcohols as coinitiators. PDLLA was characterized by proton nuclear magnetic resonance (^{1}H NMR). The concepts and synthesis that are shown here are a contribution for courses of organic chemistry and polymers.

KEYWORDS: Ring-opening polymerization, poly(D,L-lactide), polyester

1. ¿Por qué polímeros?

El interés de los alumnos de una licenciatura en química o ciencias químicas puede ser variado respecto de las áreas en las que potencialmente se podrán especializar en un futuro o trabajar en ellas en la vida profesional. Generar interés en las diversas áreas experimentales de la química es deber de todos los profesores universitarios. Al respecto, el campo de los polímeros o macromoléculas sintéticas representa un área de la Química Orgánica (y también Fisicoquímica) que proporciona una gran aplicación en la vida diaria. Diversidad de objetos con los que se convive tienen como componente principal a polímeros; ejemplo de ellos son: bolsas, envases, sillas, adhesivos, recubrimientos, suelas, zapatos, ropa, partes de automóviles, etc. La lista puede considerarse infinita en realidad.

Muchos de los polímeros desgraciadamente han sido "satanizados" como "no degradables" por algunas personas que, ya sea por ignorancia, manipulación (Gómez, 2009) o por protagonismo político (*El Universal*, 2009) hablan de ellos. Esto ha derivado en una percepción peyorativa de la propiedad química que en el pasado, presente y futuro, fue, es y será una de sus más grandes fortalezas: la estabilidad química o poca reactividad. Al respecto es necesario comentar que como propiedad sumamente importante, muchos de los polímeros resisten ácidos y bases fuertes.

Para ejemplificar al respecto, imagínese por un momento una tubería de drenaje del polímero llamado PVC (cloruro de polivinilo), la cual sirve para transportar los desechos fecales de una casa común y corriente como muchas en el mundo. Pregúntese: ¿es conveniente que este polímero se degrade de manera masiva en corto tiempo (1 o 2 años)? ¿Le gustaría que en su casa o edificio el excremento se infiltrara en las paredes, techos o pisos y aromatizara con peculiar olor su vivienda con la consecuente falta de higiene? La respuesta lógica en ambos casos es negativa. Afortunadamente muchos de los polímeros presentan la propiedad de resistencia química de manera que, para la alegría de la gente, la tubería de PVC puede resistir la oxidación (en comparación con los metales), la hidrólisis ácida y, consecuentemente, la alta concentración de ácido clorhídrico (comercialmente llamado ácido muriático) que se utiliza para limpiar la taza del baño o retrete.

Los químicos saben que, en principio, toda materia en este planeta puede ser modificada químicamente. Así pues, cuando se usa la palabra "polímeros no degradables" o "plásticos no degradables" se incurre en un error, debido a que todo polímero es materia y toda materia en principio es modificable o en su caso degradable (ya sea por oxidación, combustión, radiación, biodegradación, hidrólisis, pirólisis, etc.). La fortuna o el inconveniente es el tiempo y esto puede jugar a favor o en contra según la aplicación a que se destine el polímero: aquéllos cuyo periodo de uso es relativamente corto pueden reciclarse, almacenarse o también potencialmente ser reemplazados por otros que se puedan degradar rápidamente (2 años) y no representar una carga de espacio a corto tiempo para el basurero de la ciudad.

Respecto a esto último, una nueva familia de polímeros para aplicaciones de corta duración ha emergido, los llamados poliésteres alifáticos biodegradables; químicamente presentan la repetición de un grupo éster y un grupo alquilo a lo largo de la cadena polimérica. En esta familia se encuentran la poli(ε-caprolactona) (PCL) (Khatiwala, 2008), la poliglicolida (PGA) (Zou, 2005) y la poli(D,L-lactida) (PDLLA) (Tokiwa, 2006) (figura 1). Estos poliésteres se utilizan en el área de biomateriales como suturas biodegradables, material dental, bolsas, platos, etc. (Stevens, 2002) y presentan la propiedad de degradación y biodegradación debido a que el grupo

[1] Universidad del Papaloapan (UNPA), Campus Tuxtepec. Circuito Central # 200, Col. Parque Industrial. 68300 Tuxtepec, Oax. México.
Correo electrónico: jebaez14@yahoo.com.mx
Fecha de recepción: 2 de mayo de 2009.
Fecha de aceptación: 1 de agosto de 2009.

0187-893X /© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

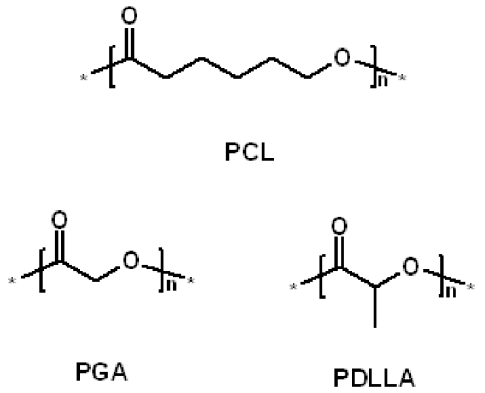

Figura 1. Poliésteres alifáticos con características degradables.

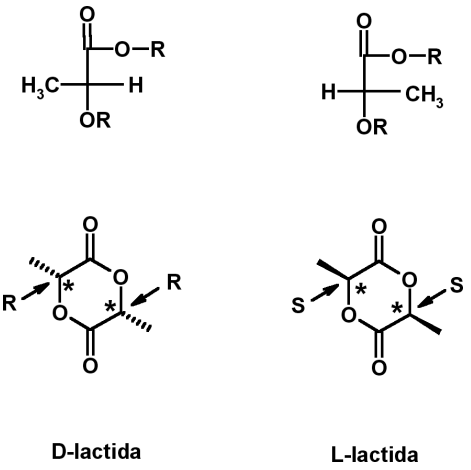

Figura 2. Enantiómeros D-lactida y L-lactida [R = –C(=O)–CH(CH_3)–)]. Se señalan con asteriscos los carbonos quirales, donde R y S indican configuración del centro quiral.

funcional éster es susceptible de romperse mediante hidrólisis ácida, básica o enzimática; además, los oligómeros producidos (moléculas producto de la degradación del poliéster) pueden ser fuente de carbono para microorganismos como hongos y bacterias (Tokiwa, 2006).

2. ¿A quién va dirigido?

Este escrito pretende contribuir a la formación del estudiante universitario mediante una práctica de laboratorio que lo acerque al área de los polímeros por medio de la síntesis de un poliéster con características degradables como la poli(D,L-lactida) (PDLLA). Esta práctica se recomienda para estudiantes que previamente hayan llevado uno o dos cursos de Química Orgánica, tengan habilidades básicas de laboratorio de esta materia para armar un equipo de reflujo y conozcan el fenómeno de recristalización. Es indispensable que el alumno tenga por conocido previamente en clase: 1) qué es un centro quiral, 2) la reactividad del grupo acilo, y 3) consecuentemente la del grupo funcional éster. La práctica puede ser hecha en el transcurso de un segundo o tercer curso de Química Orgánica o, preferentemente, en un curso de Polímeros. La duración de la práctica es de dos sesiones de cuatro horas.

3. El reactivo: D,L-lactida

En este trabajo es de interés un polímero que en realidad es un poliéster llamado poli(D,L-lactida) (PDLLA), que tiene como unidad repetitiva un metino (CH), un metilo (CH_3) y un grupo éster (O–C=O) como se indica en la figura 1. La molécula que se usará como reactivo —también llamado monómero— del cual se parte para la síntesis de la poli(D,L-lactida) es la D,L-lactida, un diéster cíclico (figura 2) o dilactona.

Esta molécula presenta dos centros quirales que se ubican en los dos metinos (CH) del anillo; gracias a esta característica es posible obtener dos enantiómeros. Para observar esto, hagamos una analogía con los alfa (α) aminoácidos: si utilizamos una proyección de Fisher con el grupo carbonilo arriba y el OR debajo con respecto al carbono α (metino, CH), podemos decir que si el metilo (CH_3) se encuentra a la izquierda la molécula se llamará D-lactida y si se encuentra a la derecha se nombrará L-lactida (Yurkanis-Bruice, 2008). Es importante subrayar que los enantiómeros D-lactida y L-lactida tienen configuración R,R y S,S, respectivamente. Teniendo lo anterior en cuenta, al escribir D,L-lactida nos referimos estrictamente a una mezcla racémica de D-lactida y L-lactida. En los próximos experimentos sólo se utilizará D,L-lactida.

Otro estereoisómero de la lactida que también puede utilizarse para la síntesis de polilactida es la llamada *meso*-lactida (Ovitt, 1999), representada en la figura 3. La molécula meso-lactida, al igual que todos los compuestos *meso*, tiene carbonos quirales, aunque superpuestos a su imagen especular.

4. ROP de la D,L-lactida

Para sintetizar la polilactida (PLA), se puede partir de cuatro diferentes reactivos: 1) D-lactida (D-LA), 2) L-lactida (L-LA), 3) la mezcla racémica D,L-lactida (D,L-LA) y 4) *meso*-lactida (*meso*-LA). Todas estas moléculas son susceptibles de polimerizarse mediante el mecanismo de polimerización por apertura de anillo ROP (por las siglas en inglés de *Ring-Openig Polimerization*). Así, se pueden obtener cuatro diferentes polímeros dependiendo del reactivo de que se parta: 1) poli(D-lactida) (PDLA), 2) poli(L-lactida) (PLLA), 3) poli(D,L-lactida) (PDLLA) y 4) poli(*meso*-lactida) (P*meso*LA).

La polimerización por apertura de anillo (ROP) implica que el anillo del que se parte (D,L-lactida) sea susceptible para

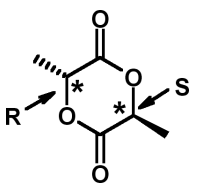

Figura 3. *meso*-lactida. Se señalan con asteriscos los carbonos quirales, donde R y S indican configuración del centro quiral.

Download English Version:

https://daneshyari.com/en/article/7565806

Download Persian Version:

https://daneshyari.com/article/7565806

Daneshyari.com