

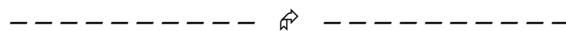
Polímeros biodegradables, una alternativa del futuro.

José Antonio Jiménez García, Jesús Pérez Salazar

Resumen— Un polímero biodegradable es aquel que puede ser degradado completamente por el medio ambiente, reduciendo así el impacto ambiental que estos materiales producen. Por lo tanto, de acuerdo con esta definición, cuando un envase plástico biodegradable es desechado al final de su vida útil, comienza a transformar su estructura molecular, y por lo tanto sus propiedades físicas y químicas, debido a la influencia de agentes ambientales.¹

Palabras Claves— Polímeros biodegradables, degradación, almidón, celulosa, polímeros, catalizador, naturales, compositos.

José Antonio Jiménez García, Jesús Pérez Salazar, Grado en Química, Universidad de Huelva, joseantonio.jimenez508@alu.uhu.es, jesusmaria.perez568@alu.uhu.es.



1. INTRODUCCIÓN

L

os plásticos se producen a gran escala desde 1950. Sin embargo, los primeros plásticos a base de nitrocelulosa se obtuvieron en 1862 por Parkes y 1866 por Hyatt y el primer termoplástico se sintetizó en 1907 que fue la baquelita obtenida por Baekeland. Desde entonces y hasta la fecha, se han descubierto nuevas familias de plásticos que han ido sustituyendo a los materiales metálicos y cerámicos por su gran versatilidad, sus propiedades mecánicas y su buena calidad.

Los polímeros tienen una gran demanda de producción y tal como son usados se desechan: alrededor de 8 millones de toneladas de plástico acaban en el océano (ONU, 17 nov 2021). En los sistemas marinos los plásticos se acumulan y son transferidos a través de la red alimentaria acuática. Los plásticos sintéticos comunes son resistentes a la degradación por lo que se ve impulsada la síntesis de polímeros biodegradables, que son capaces de biodegradarse mediante acción enzimática de microorganismos como bacterias, hongos y algas produciendo principalmente CO₂, CH₄, H₂O, biomasa y otras sustancias que no son perjudiciales para el entorno.²

2. CLASIFICACIÓN Y EJEMPLOS

Podemos clasificar los polímeros biodegradables en dos grandes grupos: los polímeros naturales y los polímeros sintéticos. Dentro de los polímeros naturales están los extraídos de la naturaleza, como la celulosa, almidón y proteínas; los polímeros naturales modificados, como el acetato de celulosa empleado en explosivos²; y los materiales compuestos que combinan partículas biodegradables como por ejemplo el almidón, la celulosa regenerada o gomas naturales. Por otra parte, tenemos los polímeros sintéticos representados por la familia de los

plásticos comunes de la industria actual.³

A) Polímeros naturales.

El almidón es actualmente uno de los principales materiales biodegradables con mayores aplicaciones en la industria. Es un termoplástico fuertemente hidrofílico de bajo coste y alta disponibilidad, material idóneo para la industria. Se usa como aditivo biodegradable o material de sustitución de plásticos, ya que la actuación microbiana degrada el almidón creando poros que pueden llevar a la rotura del material y su degradación.³

Otro polímero de interés es la celulosa. Es el componente estructural básico de las paredes celulares de plantas y el polímero más abundante de todos los compuestos orgánicos naturales, formada por cadenas largas de polisacáridos. La celulosa es ideal como material estructural debido a las fibras con la que está compuesta.⁵

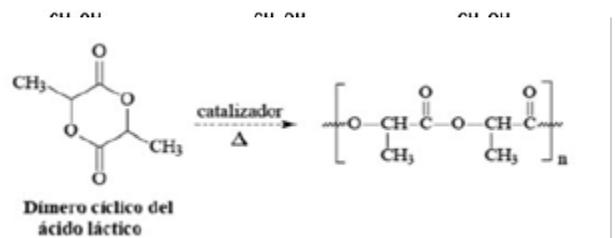


Fig. 1. Cadenas de polisacáridos de la celulosa.

Fig. 2. Síntesis del ácido poliláctico (PLA).

B) Polímeros sintéticos.

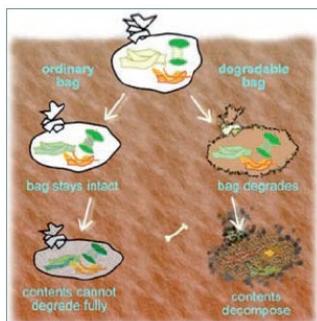
Los más empleados son los poliésteres como poliésteramidas y poliuretanos entre otros. Los polímeros naturales presentan en sus estructuras átomos de oxígeno y nitrógeno en sus cadenas principales por lo que es fundamental la adición de estos átomos en los polímeros sintéticos para facilitar su degradación: También se usa la adición de grupos funcionales como los carbonilos que absorben energía lumínica permitiendo que sean

fotodegradables. Por ejemplo, el ácido poliláctico (PLA), derivado del ácido láctico, es apto para la preparación de recipientes y embalajes empleados en la industria alimentaria. O los bioplásticos basados en celulosas, con una gran resistencia, que se pueden emplear en la generación de etiquetas y tapones.⁴

3. CRITERIOS DE BIODEGRADABILIDAD

Es un criterio que engloba tanto las propiedades mecánicas del polímero como el tiempo de degradación necesario para la aplicación particular.

A) *Propiedades mecánicas*: estas condiciones vienen dada por la selección del monómero, el tipo de reacción, la presencia de aditivos para mejorar sus características y las condiciones de su posterior procesado.



B) *Velocidad de degradación*: esto dependerá de las condiciones del medio como la temperatura, la humedad, el pH y el factor biológico como bacterias, hongos, etc. También afecta las características del polímero como la estereoquímica, el peso molecular, la facilidad de hidrólisis, la hidrofobicidad, la cristalinidad, la temperatura de transición vítrea y la de fusión.

4. MECANISMOS DE DEGRADACIÓN

Entre los mecanismos básicos de degradación de un polímero, se aceptan cinco básicos.

-*Fotodegradación*: cambios físicos y químicos que se producen en el polímero debido a la irradiación del material con luz ultravioleta o visible. Se pueden obtener polímeros fotodegradables introduciendo en su estructura grupos funcionales sensibles a la radiación ultravioleta (grupos carbonilo) o bien introduciendo aditivos, catalizadores y peroxidantes fotosensibles que aceleren el proceso de degradación.

-*Degradación mecánica*: es causada por los esfuerzos a los que se somete el material, ya que suelen ir acompañados de rotura de enlaces en la cadena principal.

-*Degradación térmica*: se refiere a casos en los que el polímero, a elevadas temperaturas, sufre cambios químicos sin la contribución de ningún otro factor, que no sea la energía térmica. En los últimos años se ha estado investigando sobre polímeros termoestables, en los cuales no hay pérdida de propiedades con la temperatura. La forma de conseguirlos es aumentando la rigidez del polímero o aumentando la cristalinidad. Esto se consigue

mediante la inclusión de grupos rígidos en la cadena principal o con polímeros estereorregulares, que aumentan la temperatura de reblandecimiento.

-*Degradación química*: la degradación es inducida por el contacto del polímero con productos químicos reactivos. Uno de los tipos de degradación química más frecuentes es la degradación hidrolítica, en la que la causa de la degradación es el contacto del material con un medio acuoso. La penetración del agua dentro de la matriz polimérica produce el hinchamiento, rotura de los puentes de hidrógeno intermoleculares, hidratación de las moléculas y, finalmente, la hidrólisis de los enlaces inestables.

-*Degradación mediante microorganismos* (bacterias, hongos o algas): dichos microorganismos producen una gran variedad de enzimas que son capaces de reaccionar con polímeros sintéticos y naturales.

5. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Entre los principales objetivos del uso de los polímeros biodegradables es que estos tengan un ciclo de vida sostenible, desde su síntesis hasta su uso. Esto es frecuente en el uso de monómeros que vienen de fuentes renovables o de residuos. Lo que se busca actualmente es poder obtener copolímeros en bloque provenientes de diversos monómeros, de una manera sostenible. El interés en estos copolímeros en bloque es poder controlar la secuencia que estos presentan, ya que de esto dependerá el nuevo uso que se les pueda dar. El control de esta secuencia es llevado a cabo por el empleo de un catalizador que permite realizar la polimerización eligiendo entre los distintos monómeros disponibles, y de esta manera formar los copolímeros bloque de forma controlada. A estos catalizadores se les llama catalizadores "switch", por su capacidad de elegir que monómero implementar.

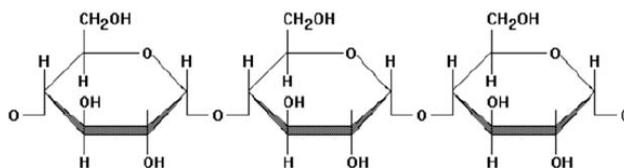
Otro tema importante para tener en cuenta es el uso de plásticos y las alternativas necesarias no solo para el manejo de los desechos sino también su producción. Por este motivo se busca manejar el diseño y control de la capacidad de los plásticos para ser compostables. La fabricación de composites, incorporando lignina a bioplásticos, ha mostrado ser una alternativa viable para aumentar la degradabilidad en los plásticos utilizados en empaques de alimentos, manteniendo las propiedades antibacteriales necesarias en este tipo de plásticos.

Se estima que la investigación relacionada a polímeros irá creciendo de la mano con las necesidades tecnológicas que vayan surgiendo. Los polímeros serán la clave en los avances tecnológicos, ya que incluso son responsables de que la tecnología que utilizamos actualmente haya podido ser desarrollada.²

6. CONCLUSIONES

Los biopolímeros y polímeros sintéticos biodegradables presentan buenas propiedades fisicoquímicas que les confieren un sin fin de aplicaciones. Sin embargo, estas propiedades no son lo suficientemente buenas como las que tienen los polímeros convencionales. Es por eso que la mezcla o la copolimerización de estos sistemas produce sensibles mejoras de las propiedades mecánicas y biodegradabilidad.

En la actualidad, los polímeros biodegradables tienen un coste de producción más elevado que los polímeros convencionales, pero debemos hacer conciencia y esforzarnos en utilizar este tipo de materiales, que sin duda alguna nos traerán un mayor beneficio a futuro al brindarnos un medio ambiente mejor.



REFERENCIAS

- [1] <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga>
- [2] S. Castro-García, A. M. Barrera-Leiva, A. M. González-Evaristo, A. L. Pinot-Gómez, J. R. Vargas-Chan, I. Sierra-Lemus, J. P. Huchin-Mian. "Contaminación por microplásticos en ecosistemas acuáticos". Volumen 10 XXVI Verano de la Ciencia, ISSN 2395-9797.
- [3] D. Aradilla Zapata, R. Oliver Pujol y F. Estrany Coda, "Polímeros biodegradables: una alternativa de futuro a la sostenibilidad del medio ambiente". Técnica Industrial, 297, 2012, págs. 76-80.
- [4] <https://www.rajapack.es/blog-es/embalaje/tipos-plasticos-biodegradables/>
- [5] <https://todoenpolimeros.com/2017/12/27/la-celulosa/>



Jesús Pérez Salazar



José Antonio Jiménez García