

El impacto de los plásticos en el mar y la esperanza de los bioplásticos como alternativa sostenible

Candela Herrera Sánchez¹ y Bruno Martiz Liza²
IES Ramón y Cajal³

Resumen

En el presente trabajo se ha realizado una investigación sobre la problemática de los plásticos en el planeta Tierra, especialmente en mares y océanos y se ha concluido que los bioplásticos pueden ser una alternativa sostenible a los plásticos convencionales. Por ello, se han sintetizado bioplásticos utilizando almidón de maíz o de patata; agua destilada y glicerina, como plastificantes y ácido acético. Los bioplásticos con almidón de maíz se quebraron al secar, mientras que los obtenidos a partir de almidón de patata presentaron mejores características. Además, se han llevado a cabo diversos ensayos para comprobar la degradabilidad de estos bioplásticos. Los estudios preliminares han mostrado que todos los bioplásticos sintetizados son biodegradables y compatibles con el medioambiente.

Palabras clave: plástico, bioplástico, basuras marinas, degradación.

¹ 7941436@alu.murciaeduca.es; ² bruno.martiz@murciaeduca.es; ³ <https://www.iesryc.org/>
Este trabajo es resultado del proyecto realizado en el programa del Bachillerato de Investigación del IES Ramón y Cajal y presentado en el XIV Congreso Regional de Investigadores Junior organizado por la Universidad de Murcia

The impact of plastics in the sea and the hope of bioplastics as a sustainable alternative

Abstract

In the present study, research has been conducted on the issue of plastics on planet Earth, especially in seas and oceans, and it has been concluded that bioplastics can be a sustainable alternative to conventional plastics. Therefore, bioplastics have been synthesized using corn or potato starch, distilled water, and glycerin as plasticizers, along with acetic acid. Bioplastics made from corn starch broke while they were drying, whereas those derived from potato starch showed better characteristics. Additionally, different tests have been carried out to check the degradability of these bioplastics. Preliminary studies have shown that all synthesized bioplastics are biodegradable and environmentally compatible.

Keywords: plastic, bioplastic, sea trash, degradation.

Introducción

En el presente trabajo se han investigado los efectos nocivos de los plásticos en el medio marino, cómo este afecta negativamente a la vida en el planeta Tierra y se ha buscado una alternativa a los mismos compatible con el medioambiente: los bioplásticos.

En la sociedad de hoy en día el material que más utilizan y manipulan los seres humanos es el plástico. Prácticamente, todos los objetos que utilizamos diariamente contienen este material. Al estar formados a partir de polímeros no biodegradables y materias primas no renovables como el petróleo, su masiva producción provoca, además de muchos gases nocivos que incrementan el efecto invernadero, una sobreacumulación de residuos plásticos en el planeta Tierra (Ledesma, 2020).

Cuanto más plástico se genere, más difícil será eliminarlo de la biosfera. A día de hoy se han encontrado restos de microplásticos en el agua que bebemos y en el aire que respiramos. Esto constituye un riesgo cada vez mayor para la especie humana y para la vida en general (WWF, 2019). Esta problemática ha alertado a la comunidad científica y a la sociedad y por ello, en los últimos años se ha apostado por un cambio urgente en la utilización de estos materiales. Una alternativa puede ser el bioplástico, que es capaz de degradarse en un plazo de tiempo muy reducido y presenta características capaces de suplantar a los plásticos convencionales que tanto conocemos y usamos.

Marco teórico

Los plásticos y sus inconvenientes

Los plásticos son productos sintéticos obtenidos por la polimerización de monómeros procedentes de fuentes no renovables, como el petróleo, a los que se les añaden aditivos para aportar las propiedades necesarias (Peinado et al., 2015; Rojo y Montoto, 2017; Elías, 2015). Estos plásticos se pueden clasificar, según su composición, en homopolímeros (formados por el mismo tipo de monómeros) y heteropolímeros (formados por distintos tipos de monómeros); según su estructura, en termoplásticos, elastómeros y plásticos termoestables y, según su tamaño en macrolásticos, mesoplásticos, microplásticos (entre 2-5 mm) y nanoplásticos (1 nm) (Moreno, 2020).

Debido a que la mayoría de los plásticos que usamos diariamente son de un solo uso y que tardan alrededor de 500 años en degradarse, se produce una elevada generación y acumulación de residuos poliméricos que dañan ecosistemas naturales de forma irreversible. Ledesma (2020) calculó que la tasa de crecimiento anual de la producción de plástico es de un 8% y, dado que en el año 2020 se produjeron alrededor de 367 millones de toneladas de plástico, se estima que en 2050 se alcancen 2000 millones de toneladas producidas.

Basuras marinas

Cada año entran a mares y océanos alrededor de 8 millones de toneladas de basura, de las cuales los plásticos representan un 80% del total (Rojo y Montoto, 2017). Una vez que estos plásticos se introducen en las corrientes marinas, tienden a acumularse en las regiones propias de los giros oceánicos formándose las llamadas islas de plástico. Sin embargo, con el tiempo los plásticos pierden su flotabilidad y se sumergen en el mar, provocando que más del 70% de las basuras marinas se encuentren en las profundidades oceánicas.

Estos materiales entran a los mares y océanos por diferentes vías. La principal vía de entrada de los plásticos al mar son los ríos, lo que supone el 80% de los plásticos del mar. Por otro lado, una parte importante de la contaminación plástica en los mares proviene de residuos arrojados por barcos de carga, cruceros y otras embarcaciones. La actividad pesquera provoca un grave fenómeno llamado pesca fantasma, haciendo referencia a los materiales de pesca abandonados en mares y océanos que viajan a la deriva y van atrapando especímenes provocándoles la muerte o destruyendo la flora marina. La UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) declara que cada año se pierden en mares y océanos 640.000 toneladas de aparejos que corresponden al 10% de las basuras marinas (Rojo y Montoto, 2017; Elías, 2015).

Muchos animales marinos se ven afectados por estos materiales. Más de 690 especies han interactuado con las basuras marinas y en múltiples ocasiones estas interacciones les han provocado la muerte, tanto por ingestión como por enredamientos. Según Rojo y Montoto (2017), la ingestión de plástico puede causar la muerte directa a través de la obstrucción física de los estómagos o afectar a los organismos mediante diversas disfunciones estomacales. Por otra parte, los enredamientos no suelen provocar la muerte directa de los animales, sino que les causan malformaciones (si han quedado atrapados en fases

tempranas) o les dificultan la caza, lo que hace que los animales vayan muriendo de hambre poco a poco o queden atrapados en el fondo del mar sin poder liberarse de las redes.

Microplásticos

Las corrientes marinas, las presiones atmosféricas y la radiación ultravioleta constituyen factores que aceleran la descomposición de los plásticos, provocando la fragmentación de los mismos convirtiéndolos en microplásticos.

Estos materiales están presentes en medios tanto marinos como terrestres y son accesibles para la ingestión de todo tipo de animales, de esta forma llegan también a la cadena trófica de los humanos.

Una persona podría estar consumiendo 1769 partículas de plástico cada semana, solamente proveniente del agua (tanto embotellada como del grifo). También se consumen estas partículas a través de cosméticos, productos de limpieza o cerveza. Pero el problema no termina aquí, los microplásticos tienen un peso molecular tan bajo que están presentes en el aire que respiramos y la concentración de los mismos varía en el espacio que nos encontremos, alcanzando concentraciones elevadas en espacios interiores, especialmente si no están bien ventilados. Estas partículas pueden provenir de nuestra propia ropa, alfombras o productos químicos que consumimos. En la primavera de 2022, los científicos de los Países Bajos y del Reino Unido encontraron partículas de plástico en el interior de los pulmones y en la sangre de seres humanos. También se han llegado a encontrar restos de estos dentro de las placentas de bebés aún en gestación (Parker, 2022).

Un problema adicional que presentan los microplásticos es que son capaces de fragmentarse aún más y convertirse en nanoplásticos que, debido a su tamaño, pueden penetrar las membranas celulares y modificar sus funciones fisiológicas. El efecto nocivo de los plásticos se ve incrementado por los aditivos que poseen, pues estos absorben todo tipo de bacterias y contaminantes y se convierten en una vía de transporte de enfermedades (Rojo y Montoto, 2017; Elías, 2015; Moreno, 2020).

Bioplásticos

Tras haber expuesto esta problemática ha quedado patente el peligro que supone este material en el planeta Tierra. El mejor plástico es el que no se consume, pues es la única manera de frenar realmente la acumulación de estos residuos en el planeta. Sin embargo, debido a que este material está plenamente integrado en nuestra sociedad sería prácticamente imposible eliminarlo de golpe. Por eso, la alternativa más sostenible es la sustitución de estos materiales por otros que sean compatibles con el medioambiente, un ejemplo de esto son los bioplásticos. Los bioplásticos son compuestos de alto peso molecular preparados a partir de la polimerización de materiales renovables como el almidón (Charro, 2015).

El almidón es un polisacárido de reserva de vegetales formado por unidades de glucosa unidas entre sí mediante enlaces D-glucosídicos. Está formado por dos tipos de moléculas: amilosa y amilopectina, en una proporción de 20 % y 80% respectivamente.

El almidón carece de las propiedades suficientes para poder actuar como un plástico convencional por sí solo, por eso necesita la adición de ciertos componentes denominados plastificantes. En los bioplásticos estos plastificantes deben ser compatibles con el medioambiente. Entre ellos destacan el agua y la glicerina.

Biodegradabilidad

La biodegradabilidad es la mayor ventaja que presentan los bioplásticos ante los plásticos convencionales. Se entiende como biodegradabilidad la degradación causada por actividad biológica, normalmente por acción enzimática de microorganismos como algas, hongos o bacterias. Los plásticos biodegradables se descomponen en moléculas de agua, dióxido de carbono, compuestos inorgánicos o biomasa en un periodo determinado de tiempo, que se encuentra sobre los 90 días (3 meses) (Meré, 2009).

Objetivos

- 1.- Sintetizar distintos bioplásticos a partir de almidón de maíz y de patata.
- 2.- Comprobar la degradabilidad de los bioplásticos sintetizados en diferentes ambientes y condiciones.

Metodología

Para sintetizar los bioplásticos se utilizaron dos tipos de almidón, de maíz (Maicena ®) y de patata, glicerina, ácido acético y agua destilada. Para los ensayos de degradabilidad, un sustrato compuesto por $\frac{2}{3}$ de tierra y $\frac{1}{3}$ de estiércol, sal marina y agua corriente, agua destilada y dihidróxido de bario.

El almidón de maíz se adquirió de la maicena, pero el de patata se tuvo que extraer de la propia patata mediante el siguiente procedimiento (Figura 1): se peló, cortó y trituró 1kg de patata junto a 1L de agua. Se filtró la mezcla en un vaso precipitado de 500 ml y se dejó reposar hasta que el almidón se asentó en la base del vaso. Se fue cambiando el agua de este hasta que quedó clara. Cuando el agua quedó transparente se decantó y se depositó el almidón en papel absorbente. Se dejó secar durante dos días aproximadamente. Una vez seco, se trituró hasta obtener un polvo fino (Charro, 2015).



Figura 1. Proceso de extracción del almidón de patata

El procedimiento general para la síntesis de los bioplásticos fue el siguiente: se añadieron 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitados de 250 ml y se agregó el almidón y el ácido acético en diferentes proporciones en cada caso. Se calentó la mezcla hasta llegar a los 60° y posteriormente se añadió la glicerina (Charro, 2015). Cuando alcanzó los 70° comenzó a gelificar y el bioplástico se extendió sobre papel absorbente y se dejó secar por un mínimo de dos días.

A la hora de comprobar la biodegradabilidad se llevaron a cabo distintos procedimientos:

Primero se realizó un soterramiento de las películas en una mezcla de sustrato de tierra y estiércol y se dejaron reposar durante 57 días.

Por otro lado, se realizó una comprobación de pérdida de peso, primero en agua salada con una concentración similar a la del mar Mediterráneo y más tarde en agua dulce.

Por último, para comprobar la cantidad de CO₂ desprendido en el proceso de degradación, se unieron dos recipientes herméticos y se introdujeron en uno de ellos 5 g de bioplástico de patata junto a la mezcla de sustrato de tierra y estiércol antes preparada y 10 ml de agua destilada. En el otro recipiente se introdujeron 10 ml de dihidróxido de bario 0.025N (el cual reacciona con el dióxido de carbono desprendido y forma carbonato de bario que es muy insoluble en agua). También se realizó un ensayo sin bioplástico (blanco) para comparar los resultados (Riera, 2020).

Resultados

1. Síntesis de bioplásticos (objetivo 1):

Bioplásticos de almidón del maíz

Se sintetizaron 5 bioplásticos a base de almidón de maíz, pero con distintas cantidades de reactivos para observar cómo variaban sus características. Se utilizaron alrededor de 20 g de almidón, entre 5 y 17 ml de ácido acético y entre 5 y 20 ml de glicerina en las películas. Casi todos resultaron tener características parecidas a las de un plástico convencional (flexibilidad, opacidad, etc.). Sin embargo, sus características varían de un bioplástico a otro en función de la cantidad de plastificantes añadida. Las películas más elásticas se obtuvieron con 20 mL y las más rígidas con 5 mL de glicerina. Todos los bioplásticos preparados a partir del almidón de maíz se quebraron en el proceso de secado, probablemente debido a que la temperatura de secado no fue la adecuada (Figura 2a).

Bioplásticos de almidón de patata

Se sintetizaron 4 bioplásticos a partir de almidón de patata, con distintas cantidades de reactivos para comprobar cómo variaban sus características. Se utilizaron 20 g de almidón, y entre 5 y 10 ml de ácido acético y glicerina en las películas.

Estos bioplásticos no se quebraron en el proceso de secado, pero se oscurecieron, probablemente, debido a procesos de oxidación. (Figura 2b).

Los bioplásticos de patata b y d (Figura 2) fueron visualizados al

microscopio. En el bioplástico b se pueden observar los gránulos de almidón más compactados (Figura 2c). Esto corresponde con un bioplástico más rígido al contener menos glicerina (5ml). Por otra parte, en el bioplástico d (Figura 2d) se observan gránulos de almidón junto con fibras alargadas. Esto corresponde con un plástico más flexible al haber sido sintetizado con más cantidad de agente plastificante (10 ml) (Figura 2e).



(a) *Bioplástico de maíz*

(b) *Bioplástico de patata rígido*

(c). *Vista microscópica del bioplástico de patata rígido (b)*

(d) *Bioplástico de patata flexible*

(e) *Vista microscópica del bioplástico de patata flexible (d)*

Figura 2. Ejemplos de bioplásticos sintetizados y vistas microscópicas de los mismos

2.-Ensayos de degradabilidad (objetivo 2):

Soterramiento de las películas

A los 57 días de haber introducido las películas (2 de bioplástico de maíz, 2 de bioplástico de patata, 1 de polietileno y 1 de bioplástico comercial) en las macetas con la mezcla de sustrato y estiércol, se desenterraron y se midió la pérdida de peso de las mismas. El bioplástico comercial sufrió una pérdida de peso de 8,16% y apenas mostró signos de degradación. El polietileno no sufrió pérdida de peso. Por otra parte, en las macetas con los bioplásticos sintetizados sólo se encontraron restos visibles en una de ellas (correspondiente a un bioplástico de maíz), con una pérdida de peso de 95,5%. Estos resultados sugieren que los demás bioplásticos sintetizados sufrieron probablemente una disgregación y/o descomposición causada por la acción conjunta de humedad y microorganismos presentes en la tierra.

Pérdida de peso en agua salada

Las muestras sumergidas en agua salada presentaron la aparición de hongos en la superficie de las películas (Figura 3a). Esto es signo inequívoco de que se están degradando, pues los hongos están creciendo y alimentándose del

bioplástico. Tras 57 días, las películas se sacaron del agua para medir si había pérdida de peso. El bioplástico de maíz sufrió una pérdida de peso del 33% y el de patata de 41,56%, mientras que el bioplástico comercial no sufrió pérdida de peso ni signos de degradación. Una muestra de estos hongos fue visualizada al microscopio, observando tanto hifas tabicadas como esporas (Figuras 3b y 3c), probablemente existentes en el almidón de partida, que pueden germinar cuando se dan las condiciones apropiadas.



(a) Bioplástico de patata

(b) Hifas del hongo

(c) Esporas del hongo

Figura 3. Hongos observados en el bioplástico de patata y visualización al microscopio

Pérdida de peso en agua dulce

Las películas sumergidas en agua corriente se sacaron a los 57 días para comprobar la pérdida de peso. Los resultados constataron que el bioplástico de maíz había sufrido una pérdida de peso del 30,7% y el de patata del 37%. En este caso no se observaron hongos en ninguna de las muestras. Esta diferencia respecto al ensayo en agua salada puede ser debida a que el cloro presente en el agua corriente no permita la correcta germinación de las esporas del almidón. Por otra parte, el bioplástico comercial no sufrió pérdida de peso.

Detección de CO₂ desprendido

Los resultados obtenidos del ensayo de desprendimiento de CO₂ fueron los siguientes: en ambos recipientes (blanco y muestra) se observó la aparición de un precipitado correspondiente al carbonato de bario formado por la reacción entre el dihidróxido de bario presente en el medio con el CO₂ desprendido. De forma cualitativa se comprobó que la cantidad de precipitado de carbonato de bario era superior en la muestra que contenía el bioplástico que en el blanco, lo que indicaba que la película de bioplástico se estaba degradando por la acción de los microorganismos presentes en el sustrato utilizado y, por ello, la cantidad de CO₂ desprendido fue mayor. Además, en la muestra de bioplástico apareció una gran capa de hongos, mientras que en el experimento control (blanco) no se

detectó la presencia de ningún tipo de hongo.

Conclusiones

Se ha constatado que existen en el planeta Tierra millones de toneladas de residuos plásticos que suponen un peligro para la vida, lo que justifica la necesidad de sustituir este material por otro más sostenible a largo plazo, como son los bioplásticos. Por ello, se han sintetizado distintos bioplásticos a partir de almidón de maíz y de patata, siendo estos últimos los que mostraron mejores características.

Los resultados preliminares de los ensayos de degradabilidad de los bioplásticos han concluido que todas las películas sintetizadas se degradan tanto en la mezcla de sustrato y abono como en un ambiente salino. Además, todas las películas presentan pérdida de peso en las condiciones ensayadas.

Referencias

- Charro, M.M. (2015). *Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata*. [Trabajo fin de grado, Universidad central del Ecuador].
- Elías, R. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 27.
- Ledesma, M. (2020). *Sustitución del plástico por materiales vegetales. El caso de las vajillas desechables. Una revisión*. [Trabajo fin de grado] Universidad de la Laguna.
- Meré, J. (2009). *Estudio del procesado de un polímero termoplástico basado en almidón de patata amigable con el medio ambiente*. [Tesis fin de grado]. Universidad Carlos III de Madrid.
- Moreno, P. (2020). *Estudio de la biodegradabilidad y compostabilidad de los diferentes plásticos*. [Trabajo fin de máster] UPCT.
- Parker, L. (26 de abril de 2022). *Los microplásticos están en nuestros cuerpos. ¿Cuánto nos hacen daño?* National Geographic. Recuperado de: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2022/04/que-danos-producen-los-microplasticos-para-el-ser-humano>
- Peinado, P; González, C; Cháfer, M; Cano, A.I. (2015). *Estudio de biodegradabilidad y desintegración de películas a base de almidón y PVA que incorporan diferentes sustancias antimicrobianas*. [Tesis fin de grado] Universidad politécnica de Valencia.
- Riera, M. A. (2020). Obtención de bioplástico de almidón de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Colón Ciencias, Tecnología Y Negocios*, 7(1), 1–11.
- Rojo, E., y Montoto, T. (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos; orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Ecologistas en acción.
- WWF (2019). *No plastic in nature: Assessing plastic ingestion from nature to people*. Recuperado de: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/plastic_ingestion_web_sp_reads.pdf