

Biopolímeros: ¿cuándo y cómo?

Por Ramiro Artigas

Setiembre de 2020

En los últimos años, se ha percibido un aumento en la búsqueda de materiales alternativos a los plásticos convencionales para aplicaciones que se consideran no esenciales o que se relacionan con sistemas de producción lineales. Entre las causas de este impulso, se encuentra la concientización y la consiguiente búsqueda de soluciones alternativas para minimizar los impactos sociales, económicos y ambientales asociados a los plásticos convencionales, que aumentan a medida que, por ejemplo, los océanos reciben más plásticos y microplásticos.

Los biopolímeros se presentan como una alternativa posible para solucionar esta problemática. Actualmente, representan aproximadamente un 1% de los más de 359 millones de toneladas de plástico producidas por año. Aunque se trata de una tecnología incipiente, debido al aumento de la demanda y la posibilidad de utilizar biopolímeros en nuevas aplicaciones, el mercado se ha mantenido en crecimiento y se espera que continúe así. Las proyecciones indican que, de 2,11 millones de toneladas en 2019 se pasará a 2,43 millones de toneladas en 2024, lo que significa un crecimiento de 15%.¹ Sin embargo, por ser una tecnología emergente, todavía se desconocen los impactos reales de los biopolímeros en todas sus aplicaciones. Por lo tanto, es necesario ser prudentes con respecto a las aplicaciones en las que se utiliza.

¿Qué son los biopolímeros?²

Los biopolímeros pueden ser clasificados como tales según el origen de las materias primas de las que provienen o según su funcionalidad (biocompatibles y biodegradables). Estos criterios inciden en diversos aspectos en la definición de las aplicaciones, así como en su disposición final.

¹ European Bioplastics (<<https://www.european-bioplastics.org/market/>>).

² Definiciones basadas en la norma CEN/TR 15932:2010.



Los *polímeros biobasados* son aquellos cuya materia prima proviene de la biomasa, es decir, es derivada de organismos vivos y sus residuos y, por lo tanto, considerada una materia prima renovable. En este caso, se pueden producir polímeros sintéticos, iguales a los convencionales, como el polietileno elaborado a partir de la caña de azúcar. Este polímero tiene las mismas propiedades que el polietileno convencional, de hecho, químicamente es igual, solamente se diferencian en la fuente de las materias primas respectivas. También se pueden extraer polímeros naturales, producidos directamente por los organismos, como la celulosa y el almidón.

A su vez, estos polímeros pueden ser clasificados en primera, segunda y tercera generación. Esta clasificación surge de la preocupación por la posibilidad de que la producción de los plásticos biobasados compita con el uso de suelos para producción alimentaria, lo que generaría un dilema ético. Los bioplásticos de primera generación son aquellos que derivan directamente de los alimentos, como es el caso del almidón. Los bioplásticos de segunda generación son aquellos que derivan de la madera, subproductos agrícolas, residuos agrícolas o municipales. Estos bioplásticos no compiten directamente con el alimento, pero pueden competir por el uso de los suelos. Este es el caso de la celulosa o de los plásticos generados a partir del bagazo de la caña de azúcar. Por último, están los bioplásticos de tercera generación, que provienen de microorganismos como algas, bacteria u hongos. Un ejemplo es el ácido poliláctico (PLA), producido a partir de la polimerización del ácido láctico generado por bacterias. Estos plásticos no compiten con la producción de alimentos.

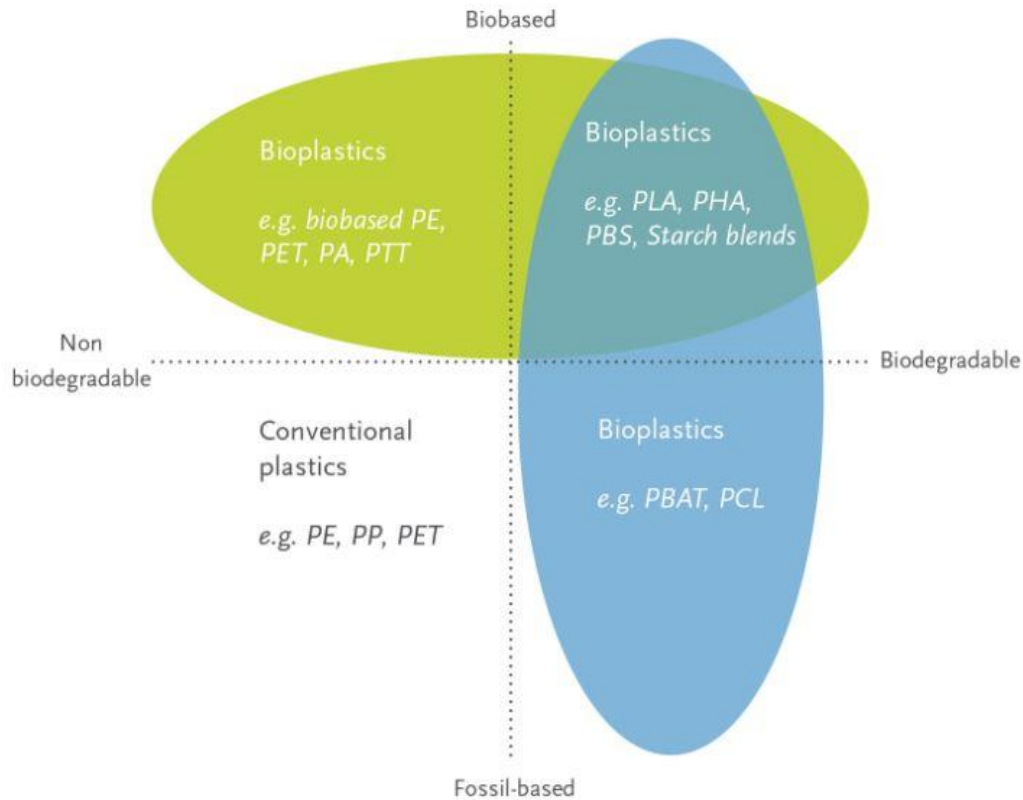
Los *polímeros biocompatibles* son polímeros que no dañan al cuerpo ni a su metabolismo mientras cumplen su fin. En este caso, se hace referencia a la funcionalidad del polímero en el cuerpo humano. Esta definición es mayoritariamente utilizada en el área de la medicina y, por lo tanto, suele excluirse de la definición de biopolímeros.

Los *polímeros biodegradables* son aquellos capaces de degradarse por acción de los microorganismos ocurrentes naturalmente (bacterias, algas y hongos). Esta capacidad de biodegradación depende de la estructura química del material, ya que los microorganismos pueden tomar el polímero como fuente transformándolo en dióxido de carbono, metano, biomasa, agua y otros residuos orgánicos e inorgánicos. Debido a que la posibilidad de biodegradación depende de la estructura, algunos polímeros obtenidos a partir de fuentes no renovables pueden ser biodegradados. El ejemplo más utilizado es el de la policaprolactona (PCL), preparada a partir de la ciclohexanona, la cual es un petroquímico clásico. En el caso de los biopolímeros compostables que provienen de fuentes renovables, se encuentran el almidón termoplástico (TPS), el ácido poliláctico (PLA), polihidroxibutirato (PHB), entre



otros. Como la biodegradabilidad es una propiedad que depende de los microorganismos, que crecen de formas distintas y se encuentran en distinta concentración según el medio en estudio, esta también dependerá del medio.

Figura 1. Tipos de bioplásticos



Fuente: European Bioplastics.

¿En qué medio se biodegradan?

Existe una interpretación generalizada y errónea sobre que si un biopolímero es biodegradable, este desaparecerá y no generará efectos adversos. Pero no siempre es el caso, ya que, dependiendo de la estructura química y los microorganismos en cuestión, podrá ser degradado o no. Hay estudios que evalúan la posibilidad de degradación en distintos medios y demuestran que depende del polímero y del medio. Por ejemplo, el PLA necesita temperaturas elevadas (mayores a 55 °C)³ para comenzar la degradación, y esta no puede alcanzarse en todos los ambientes.

En el estudio *Biodegradable Plastic Blends Create New Possibilities for End-of-Life Management of Plastics but They Are Not a Panacea for Plastic Pollution*, de Tanja

³ Mineralization of Poly (lactic acid) (PLA), Poly (3-hydroxybutyrate-co-valerate) (PHBV) and PLA/PHBV Blend in Compost and Soil Environments.

Narancic, se ensayó la biodegradabilidad en distintos medios según estándares internacionales y se obtuvieron resultados interesantes, por ejemplo, que en ambientes no controlados la mayoría de los polímeros biodegradables no son capaces de degradarse. Esto demuestra que, sin una gestión adecuada de los residuos, este tipo de polímeros seguirá teniendo impactos negativos en el ambiente.

Tabla 1. Degradación de bioplásticos en distintos medios

Tipo de polímero	Compostaje industrial	Digestión anaerobia	Compostaje doméstico	Marino	Agua dulce	Digestión anaerobia acuática	Suelo
PLA/PCL(80/20)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No
PLA/PBS(80/20)	Sí	No	No	No	No	No	No
PLA/PHB(80/20)	Sí	Sí	No	No	No	No	No
PLA/PHO(85/15)	Sí	Sí	No	No	No	No	No
PHB/PHO(85/15)	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí
PHB/PCL(60/40)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí
PHB/PBS(50/50)	Sí	No	Sí	No	No	No	No
PCL/PHO(85/15)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No
PCL/TPS(70/30)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí
PLA	Sí	Sí	No	No	No	No	No
PCL	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí
PBS	Sí	No	No	No	No	No	No
PHO	Sí	No	No	No	No	No	No
PHB	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
TPS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Fuente: *Biodegradable Plastic Blends Create New Possibilities for End-of-Life Management of Plastics but They Are Not a Panacea for Plastic Pollution.*

El medio que permite la degradación de la mayoría de los distintos tipos de polímeros es el compostaje industrial. En este se aceptan grandes cantidades de residuos compostables, sometiéndolos a condiciones óptimas de pH, temperatura, humedad, etcétera, para aumentar el crecimiento de los microorganismos. Esto resulta en un compost estandarizado y en la degradación de gran cantidad de polímeros. El compostaje doméstico también genera buenas condiciones para el crecimiento de microorganismos, pero el control de las variables es complicado, por lo tanto, disminuye la cantidad de polímeros que pueden ser biodegradados. Aun así, este método tiene la ventaja de que no es necesario el traslado de los residuos para su gestión.

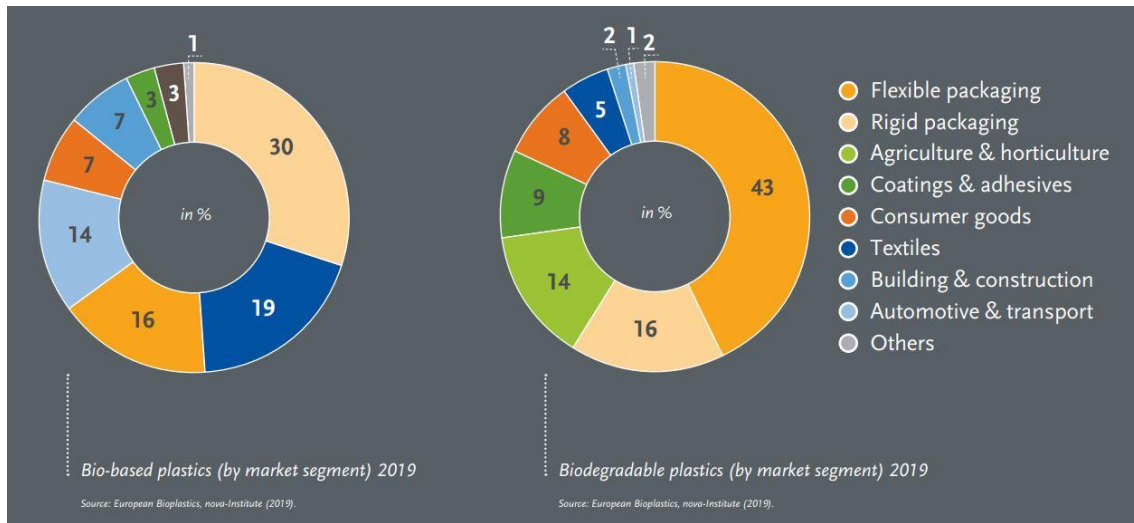
Aplicaciones

La mejora de las propiedades de los bioplásticos ha permitido un gran aumento de las posibles aplicaciones de estos materiales. Debido a su extensa variedad y sus diversas propiedades, estos materiales pueden encontrarse en todos los sectores de



aplicación, pero esto no implica que un mismo polímero pueda ser utilizado en todos los sectores.

Figura 2: Bioplásticos y sus aplicaciones



Fuente: European Bioplastics.

El campo de aplicación continúa en aumento, producto de la investigación en la mejora de las propiedades. Por ejemplo, el ácido poliláctico (PLA) no puede ser utilizado en aplicaciones en las que deba soportar temperaturas mayores a 170 °C. Sin embargo, a partir de estudios, se sabe que es posible que la mezcla de dos tipos de PLA (L-PLA y D-PLA) aumente su resistencia a la temperatura.

No solo las propiedades mecánicas influyen en el campo de aplicación del biopolímero, también hay otras propiedades importantes, como la degradación. Como se ve en la Tabla 1, los distintos polímeros y sus mezclas pueden degradarse de forma muy distinta. Por ejemplo, si se necesitan polímeros cuyas propiedades deban mantenerse durante largos periodos de tiempo, no podrán utilizarse plásticos que se degradan fácilmente en el medio en el que serán utilizados. Como se puede apreciar en la Figura 2, en aplicaciones como la construcción, el sector textil o el sector automovilístico, los plásticos biodegradables son utilizados en mucho menor medida que los plásticos biobasados. Esto puede deberse, en gran parte, a la necesidad de mantener las propiedades constantes por largos periodos de tiempo en estos sectores.

Gestión de los residuos bioplásticos

Al igual que los plásticos convencionales, los bioplásticos tienen varias opciones de fin de vida compatibles con lo planteado en un sistema de economía circular. Estas

opciones incluyen la reutilización, el reciclado mecánico, el compostaje y la recuperación energética.

En la actualidad, gran parte de los bioplásticos producidos puede reciclarse e incorporarse en los mismos canales que los plásticos convencionales como el PET y el PE biogénicos. En cuanto a los plásticos biodegradables y compostables, la opción adecuada de gestión de residuos resulta ser el compostaje industrial. Si el bioplástico no puede ser reusado, reciclado ni compostado, como última opción, se puede valorizar energéticamente, produciendo bioenergía.

En síntesis, es erróneo afirmar que los bioplásticos son la solución al problema de la basura plástica o responsabilizar a los plásticos por ser residuos abandonados en medios a los que no pertenecen. Esto se debe a una gestión de residuos descuidada, y si no se aplican estas consideraciones los impactos asociados al material no disminuirán aunque aumente el uso de bioplásticos.

