



# Title: Biopolímeros: De principio a fin

## Authors: RODRIGUEZ-GOMEZ, Divanery, LÓPEZ-RAMÍREZ, Varinia, ALPIZAR-NEGRETE, Ana Guadalupe y CALIXTO-OLALDE, Ma. Elena

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
BCIERMMI Control Number: 2020-04  
BCIERMMI Classification (2020): 211020-0004

Pages: 16  
RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
143 – 50 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.  
Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

# Acknowledgements

Los biopolímeros son sustancias obtenidas de origen natural que han cobrado gran interés como sustitutos de los materiales sintéticos no biodegradables

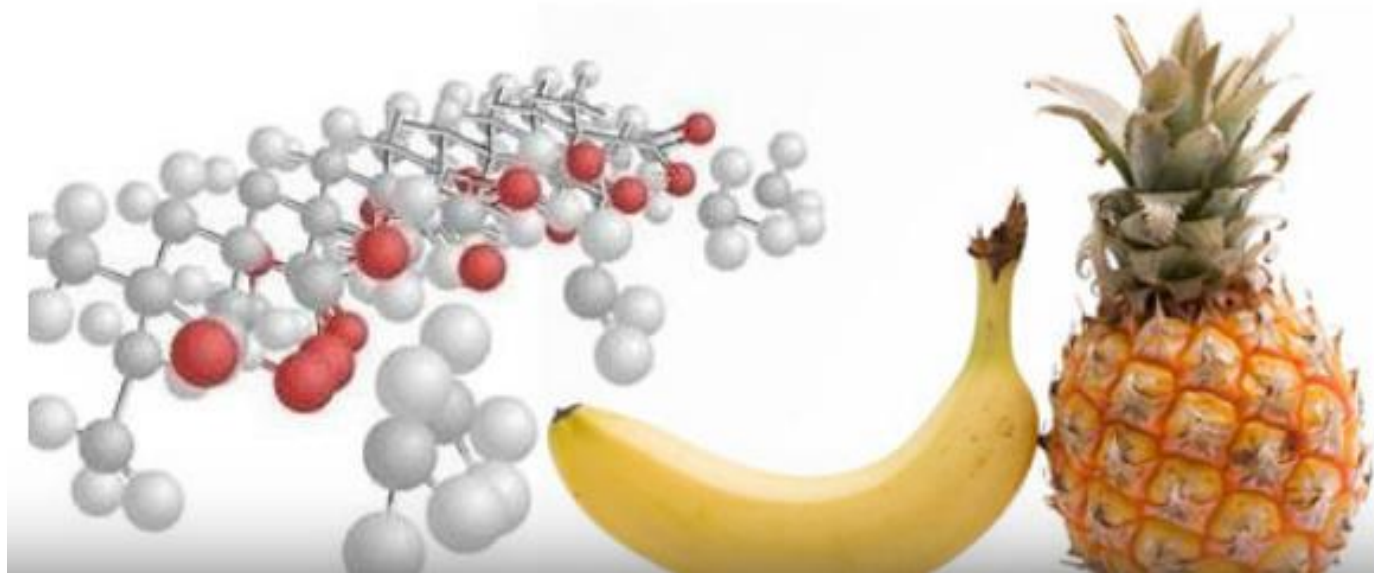


Imagen tomada de <https://www.ingenieros.es/noticias/ver/biopolandiacutemeros-nuevos-plandaacutesticos-biodegradables-a-base-de-desechos-de-piandntildea-y-banano/3080>

# CONTENIDO

Introducción

Definición y clasificación

Métodos de obtención

Aplicaciones

Etapa final de los biopolímeros

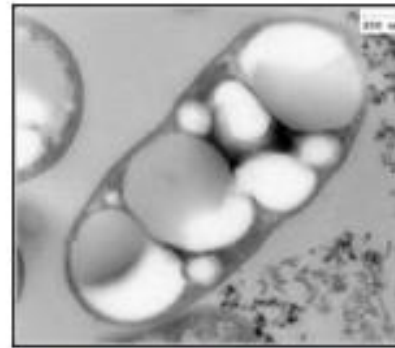
Tendencia

Conclusión

References

# Introducción

Ante la creciente preocupación por la contaminación del post consumo de los plásticos y su uso extendido, ha provocado problemas de contaminación ambiental. Por lo que, la comunidad científica ha buscado alternativas amigables con el medio ambiente para poder remplazar su uso. Esta búsqueda ha llevado a la caracterización de nuevos materiales con propiedades similares a los plásticos, pero sin el consecuente daño. **Los Biopolímeros**

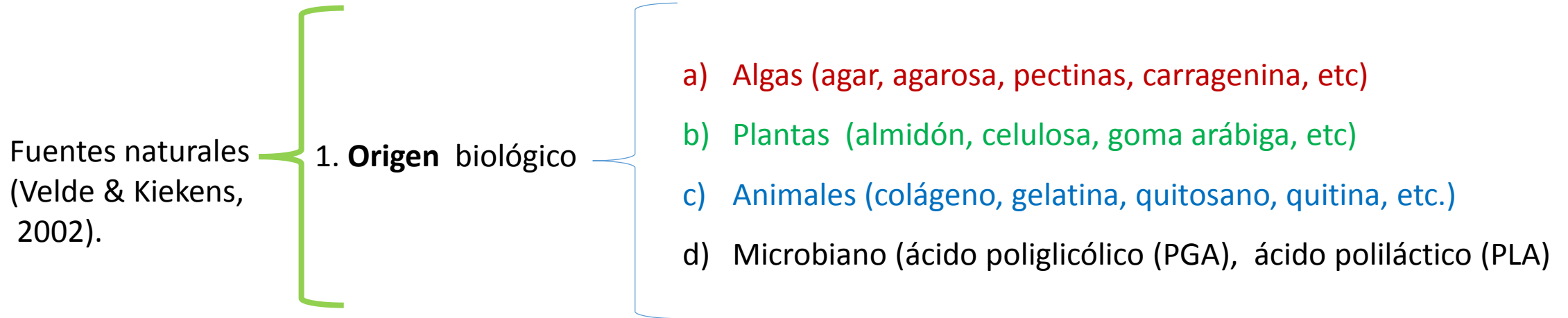


*Pseudomonas putida* KT2440 con gránulos intracelulares de PHA (extraída de Martínez et al. 2016)

Entre sus principales ventajas; 1) los polímeros de base biológica sustituyen el carbono fósil en el proceso de producción por carbono renovable procedente de la biomasa. Esto es indispensable para una industria de plásticos sostenible y respetuosa con el medio ambiente. 2) Son biodegradables, biocompatibles, baja antigenicidad y por lo tanto ofrecen ser una solución para los plásticos que no pueden ser recogidos. En estas situaciones, pueden biodegradarse sin dejar microplásticos (Sahana & Rekha, 2018)

# Definición y clasificación

Los polímeros naturales o biopolímeros son compuestos sintetizados por los seres vivos y cumplen funciones biológicas (como el caso de las proteínas, ácidos nucleicos), estructurales (polisacáridos) y de defensa o mantenimiento de la actividad acuosa (biopelículas)



# Clasificación

## 2. Clasificación de biopolímeros por su **funcionalidad**

Función	Biopolímero	Referencia
<b>Gelificante</b>	Agar, agarosa, alginato, schizofilano, gelatina, quitosano, pectinas, curdlano	(Ahmad, Mustafa, & Man, 2015; Bilal & Iqbal, 2019; Zhan, Lin, & Zhang, 2012; Zhang et al., 2013).
<b>Espesante</b>	Gomas guar, arábica, xantana, tragacanto, guar, algarrobo, alginato, dextrano	(Ahmad, Mustafa, & Man, 2015; Zhu et al., 2019).
<b>Emulsificador</b>	Alginato, goma xantana, pectinas	(Belitz, Grosch, & Schieberle, 2009).
<b>Estabilizador</b>	Gomas arábica, algarrobo, xantana, carragenina, alginato	(Belitz, Grosch, & Schieberle, 2009, Zhu et al., 2019).
<b>Empleados en el tratamiento de heridas</b>	Celulosa, alginato, ácido hialurónico, colageno, goma guar, fucoidan, quitosano.	(Ahmad, Mustafa, & Man, 2015; Sahana & Rekha, 2018).

# Clasificación

## 3. Carga de su superficie

- a) **Aniónicos** ( gomas :tragacanto, arábiga, karaya, xantana, carragenina, gelano, agar, pectina y alginato).
- b) **Catiónicos** (goma guar modificada)
- c) **No-iónicos** (goma de tamarindo, arábigananos, celulosa y algarrobo)

## 4. Estructura

Mohammadinejad et al., 2020

- a) Lineal (pectina, celulosa y algarrobo)
- b) Ramificada (gomas arábiga, guar, karaya y amilopectina;

# Métodos de obtención

Se debe considerar:

1. Origen (alga, planta, bacteria u hongos)
2. Tipo de producción: **interna** (rompimiento celular (PHA), un **exudado** tipo polimérico, no modifiquen la densidad celular o condiciones de operación)
3. Condiciones de producción, optimización y control.
4. Procesos competitivos



# Métodos de obtención

Exopolisacáridos producidos a partir de revalorización de sustratos residuales de la industria agrícola

Biopolímero	Organismo productor	Sustrato; máxima producción; Referencia
Alginato	Azotobacter vinelandii	Salvado de trigo y licor de maíz fermentado; 15.8 g/l (Saeed et al., 2016).
		Cascaras de papaya; 5.4 g/l (Saeed et al., 2019).
		Salvado de trigo; 4.5 g/l; pulido de arroz; 4 g/l; melaza; 3 g/l (Saeed et al., 2016).
Schizofilano (sizofirán),	Schizophyllum commune	Fibra de maíz pre-tratada; 206 mg/g CF (Leathers et al., 2006)
		Jarabe de dátiles; 8.5 g/l (0,12 g/g dátil) (Jamshidian et al., 2016). -Hidrolizado de cascara de arroz; 1.3 g/L (Shu <del>and</del> Hsu, 2011).
		Granos secos de destilador con solubles; 10 g/L (Shu & Hsu, 2011).

# Métodos de obtención

Producción de PHA a partir de revalorización de residuos de la industria agrícola. Polihidroxitirato (PHB), poli-3-hidroxitirato-co-3-hidroxitirato-co-3-hidroxitirato (PHBVP), lactato-co-3-hidroxitirato (PLAHB), poli-3-hidroxitirato-co-hidroxitirato (PHBHV).

Microorganismo	Sustrato	Polímero; Máxima producción (g/L); referencia
<b>Pseudomonas cepacea</b>	Álamo, pretratamiento por explosión de vapor	PHB; 1.56 g/l; (Ramsay et al., 1995).
<b>Brevundimonas vesicularis</b> y <b>Sphingopyxis macrogoltabida</b>	Aserrín de Pinus radiata, pretratamiento ácido	PHBVP; 0.16 y 0.23 g/l, respectivamente; (Silva et al., 2014).
<b>Cuproavidus necator</b>	Bagazo de caña, pretratamiento ácido	PHB, 6.27 g/l (Yu y Stahl, 2008).
<b>Burkholderia sp.</b>	Bagazo de caña, pretratamiento ácido	PHB; 12.3 g/l (Lopes et al., 2014).

# Aplicaciones

Dependerá del precio al consumidor y el rendimiento del producto. En este sentido, los biopolímeros pueden remplazar o al menos reducir la dependencia de los productos petroquímicos al poseer propiedades similares de acuerdo a la aplicación.

Las propiedades mecánicas y el % de cristalización, dependerá principalmente del peso molecular y la composición estereoquímica de la cadena principal.

**Ejemplo** se ha demostrado que **modulo del PLA aumenta en un factor de 2 cuando Mw** (peso molecular promedio en peso) **se eleva de 50 a100 kDa**. (Anderson, Langer & Farah, 2016). **Las propiedades mecánicas,** resistencia al impacto, del PLA pueden ser mejoradas mediante la mezcla con otros biopolímeros como el PHA hasta un 20% y sometiendo las películas a un proceso de recocido, de acuerdo a sus propiedades se ha considera que el PLA puede ser un sustituto del polietilen terftalato (PET), (Burzic et al., (2019).

# Aplicaciones

Comparación de los polímeros PHA con el PEBD.

Biopolímero	Punto de fusión (°C)	Temperatura de transición vítrea	Módulo de Young (GPa)	Resistencia a la tensión (MPa)	% Deformación
P(3BH)	180	4	3.5	40	5
P(3BHco3HA)	133	-8	0.2	17	680
Polietileno de baja densidad	130	-30	0.2	10	620

Fuente: Tomada de K. Sudesh, H. Abbe, Y Doi (2000). *Synthesis, structure and properties of polyhydroxialkanoates: biological polyesters. Progress in Polymer Science. 25(10), 1503-1555*

# Etapa final de los biopolímeros

Los biopolímeros son generalmente biodegradables, pero la difusión de la tecnología de compostaje es un requisito previo para su desarrollo.

La **biodegradabilidad**, **está relacionada la estructura química** y consiste en la descomposición de la materia como resultado de la actividad de microorganismos, como hongos y bacterias, que típicamente secretan enzimas que escinden sobre los enlaces químicos específicos o realizan reacciones químicas muy específicas, lo que conduce a productos de menor peso molecular que luego puede ser utilizado en otros procesos, por otros organismos .

El **compostaje** es un proceso natural por el cual el material orgánico se descompone en una sustancia similar al suelo, llamada humus, un acondicionador del suelo. La descomposición se realiza principalmente por microorganismos (mesofílicos y termofílicos), que incluyen bacterias, hongos y actinomicetos.

# Etapa final de los biopolímeros

## Evaluación de la biodegradabilidad.

Pruebas que se realizan bajo diferentes escenarios y en condiciones controladas. Para su selección, se considera lo que se desea analizar

- a). Simulación en Relleno Sanitario en condiciones aerobias.** Se utilizan **bacterias aerobias**, extraídas de lodos residuales o relleno sanitario **de una maduración de al menos seis meses**, por la acción de los microorganismos el biopolímero se degradará y **se transformará generándose CO<sub>2</sub>**, el cual se puede medir por cromatografía de gases, trampa de carbono o por presión, **existiendo también cambios físicos en el biopolímero** (Funabashi, et al. 2007).
- b) Simulación en Relleno Sanitario en condiciones anaerobias:** Se realiza en un sistema cerrado y el control de temperatura va de los 35 a los 65°C, se utilizan bacterias anaerobias. Los productos que se generan son metano y CO<sub>2</sub>.
- c). Comportamiento en suelo:** en este ensayo el biopolímero es enterrado de tal manera que queda completamente cubierto, es un proceso por lotes, los cambios en el material se evalúan en ciertos periodos de tiempo.
- d). Vermicomposteo;** este ensayo consiste en exponer el biopolímero con suelo obtenido por vermicomposteo. El vermicomposteo, es la utilización de lombrices para transformar los desechos en abono, este ensayo también se produce en lotes. (Funabashi, et al. 2007)

# Etapa final de los biopolímeros

## ***Normas para la determinación de la biodegradabilidad de materiales plásticos.***

Existen un gran número de normas de biodegradabilidad, redactadas por distintos organismos de normalización (ISO, CEN, ASTM, DIN, etc.). Los criterios de clasificación son variados: medio en el que se produce la biodegradación, variable de medida elegida, presencia o ausencia de oxígeno en el medio, etc.

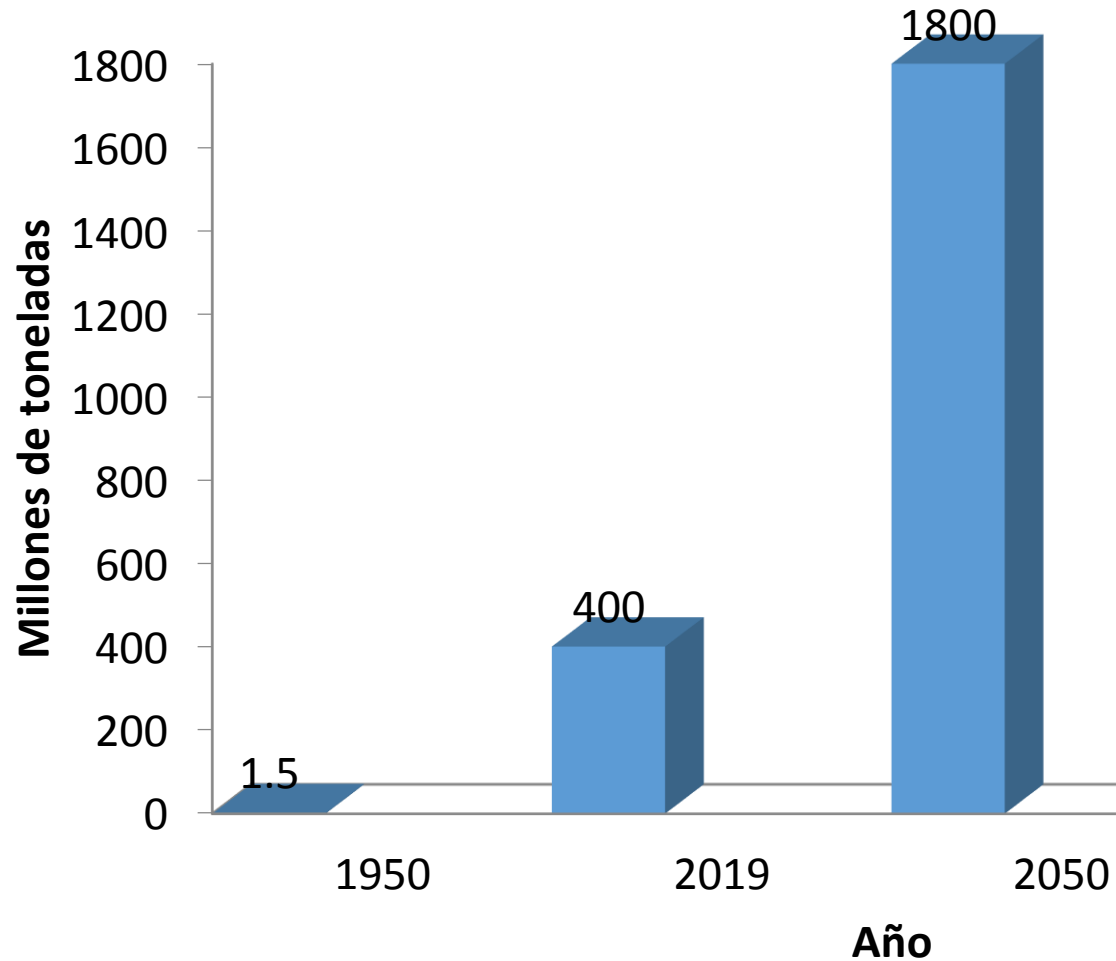
Por mencionar algunas;

**ISO 14852:2005:** Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en medio acuoso. Método según el análisis del dióxido de carbono generado (ISO 14852:1999).

**ISO 14855:2005:** Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final y desintegración de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis del dióxido de carbono generado (ISO14855:1999).

Este permite evaluar el impacto ambiental que tendrán estos materiales y con ello estarlos monitoreando en su disposición final.

# Tendencia de los biopolímeros



## Retos por superar:

- Aumentar la productividad cuidando la sustentabilidad.
- Disminuir el precio de producción para que sea competitivo frente a los polímeros de origen fósil utilizando; sustratos más económicos, fuente de C, N, optimización de condiciones de producción y caracterización.

## Se fomentará:

Desarrollo de ciencias que la sustentan como la nanotecnología, las ciencias médicas, las ciencias de los materiales, las ciencias ambientales, entre muchas otras.



# Conclusiones

- Los biopolímeros surgen como una necesidad de adquirir nuevos materiales capaces de sustituir a los polímeros sintéticos o a los obtenidos por fuentes no renovables.
- La búsqueda de estos nuevos materiales ha llevado al descubrimiento de organismos productores y al empleo de nuevas fuentes vegetales, así como a la descripción de polisacáridos o combinaciones de biomoléculas capaces de modificar las propiedades reológicas, elásticas y de soporte en los productos en donde se aplica, dando la pauta a una gama de aplicaciones en diversos sectores como el médico, industrial, farmacéutico entre otros.
- Los polímeros de origen biológico demostraron que llegaron para quedarse, para ser explotados como ecoamigables de principio a fin, desde su generación a partir de residuos de múltiples procesos agroindustriales, ser absorbidos por el cuerpo humano en materiales de sutura u otros complementos médicos, hasta ser completamente biodegradados por acción de la naturaleza.
- Su tendencia es al aumento y esto ha favorecido el aumento en el número de patentes, publicaciones científicas, e industrias de producción de biopolímeros, traducándose en un reto para la comunidad científica al sortear las desventajas ambientales y económicas propias de estos procesos.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)