

## BIOPLÁSTICOS

Fernando Ruelas-Mariscal; Teresa de Jesús Jaime-Ornelas

Licenciatura en Ciencia de los Alimentos, Departamento de Salud Pública, CUCBA, Universidad de Guadalajara.  
Camino Ramón Padilla Sánchez N° 2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco, C.P. 45110.

\*Correo-e: [fernando.rmariscal@alumnos.udg.mx](mailto:fernando.rmariscal@alumnos.udg.mx)

Recibido: 15/sep/2021 Aceptado: 25/nov/2021

### Resumen

*Los bioplásticos son un tipo de polímeros compuestos por materia prima orgánica, permitiendo la capacidad de ser biodegradables. Las características fisicoquímicas de los bioplásticos dependen de la materia orgánica con la cual se han creado, además del daño que pueden causar al medio ambiente. El presente artículo recopila información acerca los bioplásticos, materiales con los cuáles se pueden realizar, los tipos de procesos con los que se pueden producir, sus características fisicoquímicas, clasificación, ventajas y desventajas, aspectos culturales, el mercado que abarca, así como su aceptación en algunos países, la normatividad nacional e internacional que tienen y algunos aspectos microbiológicos, para llegar a responder la incógnita de si los bioplásticos son viables o no en el mercado actual con todos los lineamientos y características que cuenta.*

**Palabras clave:** Biopolímeros, biodegradación, medio ambiente.

### BIOPLASTICS

#### Abstract

*Bioplastics are a type of polymers composed of organic raw material, allowing the ability to be biodegradable. The physicochemical characteristics of bioplastics depend on the organic matter with which they have been created, in addition to the damage they can cause to the environment. This article compiles information about bioplastics, materials that can be made with the appropriate ones, the types of processes with which they can be produced, their physicochemical characteristics, classification, advantages and disadvantages, cultural aspects, the market that it covers, as well as its acceptance in some countries, the national and international regulations that they have and some microbiological aspects, in order to answer the question of whether bioplastics are viable or not in the current market with all the guidelines and characteristics that it has.*

**Keywords:** Biopolymers, biodegradation, environment.

### Introducción

Los bioplásticos (BPL), son plásticos que se aceptan como biodegradables debido a que se fabrican con materia orgánica. Los BPL constituyen un subgrupo dentro de los

“plásticos biodegradables” que, al igual que los BPL se degradan por la acción de los microorganismos, pero pueden tener su origen en fuentes no renovables (recursos fósiles) (ECOEMBES, 2009).

Los plásticos biodegradables son polímeros que se descomponen aeróbica o anaeróbica por acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas, bajo condiciones normales del medio ambiente. Al bioplástico también se le conoce como plástico compostable o como biopolímero (ecoplas, 2020).

### Descripción física

Las características y propiedades físico-químicas de los bioplásticos dependen del material del que se componen. Katiushka (1996), realizó algunas pruebas físicas de membranas de bioplástico, en las cuales se

compararon las características de cada membrana dependiendo de sus compuestos. Se utilizaron almidón, quitina, pectina y polietilenglicol, con diferentes características y propiedades (Cuadros 1 y 2).

**Cuadro 1.** Características físicas de algunos bioplásticos según su composición

Compuestos	Características
Almidón	Poco flexible y débil
Quitina	Suave y débil
Pectina	Duro y Pegadizo
Polietilenglicol	Aumenta su dureza, pero disminuye su biodegradabilidad

Katiushka, 1996

**Cuadro 2.** Materiales para realizar bioplásticos y sus características

Materiales	Características	Referencia
Celofán	Es una película regenerada de celulosa que se hace por un proceso viscoso	García et al., 2004
Almidón	El almidón se obtiene del maíz, además se caracteriza por ser termoplástico	Tharanathan, 2003
Láctido	Se genera gracias a un rompimiento del anillo que se expande a la polimerización de diversos polímeros con un alto peso molecular a una posterior reacción de copolimerización con caprolactona dando como resultado una película que se usa para empaques de alimentos	Petnamsin et al., 2000
Pectina	Es un polímero de metil-D-galacturona, que se obtiene por extracción de algunas frutas, generalmente de los cítricos y se utiliza como espesante de manera natural	Lehninger, 1985
Quitosano	Se encuentra en las paredes celulares de algunas especies de plantas y hongos, además de los crustáceos	Velázquez, 2006
Colágeno	Por lo general, el colágeno se utiliza en forma de películas para la creación de films comestibles	Tharanathan, 2003
Origen bacteriano	La fermentación bacteriana de la glucosa y la alimentación con ácido acético durante el almacenamiento de un novedoso poliéster termoplástico llamado polihidroxibutirato (PHB), el cual, sólo o en combinación con plásticos sintéticos o con almidón, produce excelentes películas para empaques	Tharanathan, 2003
PHA	El Polihidroxialcanoato, es un biopolímero producido por <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , que produce excelentes películas para empaques y permite controlar el CO <sub>2</sub> durante el almacenamiento de frutas y verduras	Fernández et al., 2005

## Descripción breve del proceso

Los bioplásticos se procesan igual que los plásticos termoplásticos, ya sea por extrusión e inyección. De esta forma los polímeros que se basan en recursos renovables impactan y aumentan el interés en la sociedad y en la industria de los plásticos, además del sector agrícola, debido a que sus productos ya no contaminarían (Nature Plast, 2018).

En la extrusión se fuerza al material con una prensa para pasar por un orificio y darle la forma (Rodelo, 2013). Mientras que la inyección, es el proceso más común a la hora de procesar los plásticos y los bioplásticos. Consiste en calentar el material hasta fundirlo, para después a una temperatura y presión específicas, hacerlo fluir en un molde (Ibarra, 2008).

## Clasificación

Los bioplásticos se clasifican de acuerdo

a su composición o dependiendo de la forma en la cual se degradan, en (ECOEMBES, 2009) (Ver figura 1):

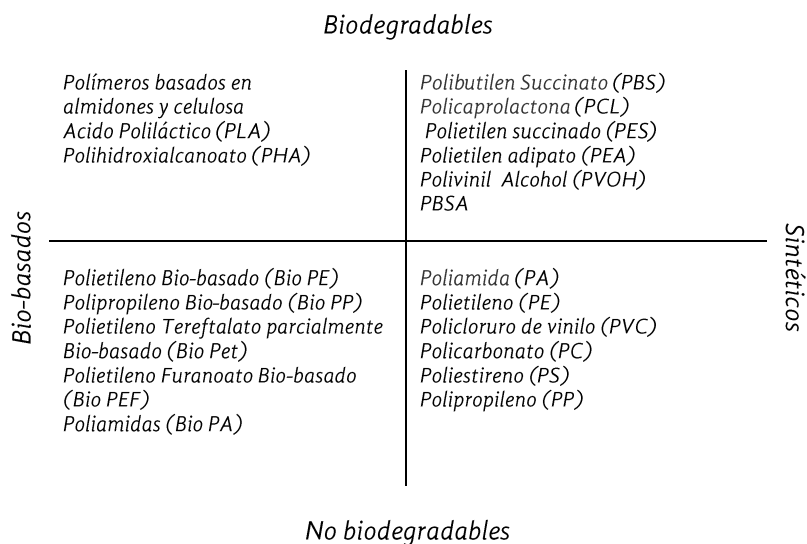
### Biobasados

Son aquellos que se realizan a partir de la materia orgánica que compone a los seres vivos (biomasa), generalmente son fuentes renovables como las algas, plantas y microorganismos.

### Fotodegradables

En esta categoría entran los plásticos que pueden degradarse con la acción de los rayos ultravioleta del sol. La mayoría de los plásticos son fotodegradables debido a la naturaleza de los polímeros, las cadenas que unen al polímero son más frágiles que la energía que desprenden los rayos ultravioleta y esto ocasiona la degradación del plástico.

Figura 1. Clasificación de los plásticos



Wagner, 2014

### Solubles en agua

Son los plásticos que se degradan con la presencia de agua, con una temperatura específica y concluyen con la acción de los microorganismos. La mayoría de estos plásticos son de origen natural como los polisacáridos y se utilizan en la industria de jabones y detergentes.

### Biodesintegrables

Estos plásticos no son biodegradables, ya que se componen de una fracción orgánica y otra polimérica, ésta última no se degrada.

### Oxodegradables

Son productos de plásticos a los cuales se les agrega aditivos químicos que sirven para tener la característica de poder degradarse en el medio ambiente.

### Características sobresalientes

El bioplástico cuenta con características sobresalientes y beneficios al momento de utilizarse a comparación del plástico convencional, cómo las siguientes (Acciona, 2019; ECOEMBES, 2009):

- a) Costo de producción barato
- b) Aportan a la reducción de carbono
- c) Se elabora a partir de fuentes renovables
- d) Se puede modificar con aceites esenciales para tener mayor protección
- e) Dependiendo de su composición, se degrada más rápido
- f) Reducen los residuos no biodegradables, que contaminan el medio ambiente
- g) Gracias a su producción, ha reducido el uso de plásticos
- h) No utilizan ftalatos o bisfenol A, que atentan contra la salud

- i) El alimento empaquetado mantiene el mismo sabor y aroma

### Aspectos culturales

#### Historia

El pionero de los bioplásticos fue John Wesley Hyatt Jr. quien les puso el nombre. En 1869 con celulosa de algodón logró fabricar una película como sustituto del marfil. Después que el celuloide fue creado, este material aún se utiliza para películas de filmación. El celofán fue creado en 1912, que en nuestros días sigue usándose (ZEAplast, 2012).

#### Producción, comercialización y distribución

Los bioplásticos son utilizados a lo largo del mundo, en primer lugar está Asia con el 56 % de la producción, en el segundo puesto se encuentra Estados Unidos con el 16 %, seguido de Sudamérica con el 10 %. Dentro de éste se encuentran Colombia, Chile, Argentina y Brasil, por otro lado, Europa produce el 18 % de estos bioplásticos (European bioplastics, 2017). En México, al año se llegan a comercializar más de 5 000 toneladas de bioplástico, Creciendo un 20% en el mercado (Alcántara, 2015).

Los bioplásticos llegaron a la sociedad como respuesta al incremento del precio en el petróleo, y la contaminación que éste generó en todo el planeta por el CO<sub>2</sub>, los plásticos petroquímicos tardan alrededor de 500 años en descomponerse (Gross y Kalra, 2001). Además se sabe que el mundo consume un millón de bolsas plásticas por minuto, teniendo un total de 500 billones al año (Novo, 2009).

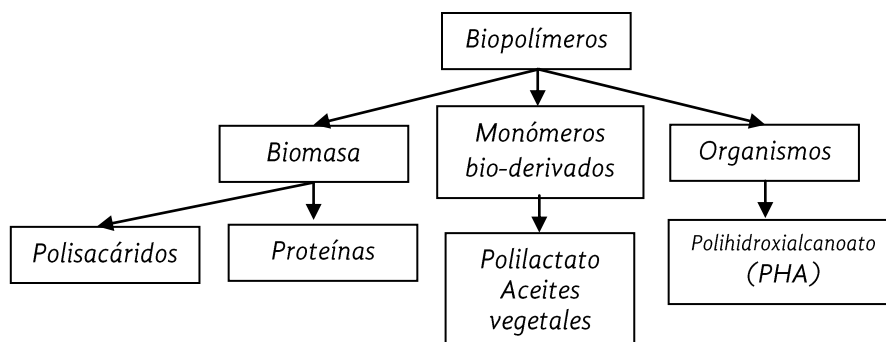
## Aspectos fisicoquímicos

### Composición general

Los bioplásticos se componen principalmente de biopolímeros. Estos son macromoléculas que todos los seres vivos tenemos y varían dependiendo de donde se obtengan, ya que tienen su propia clasificación (Figura 2).

En los biopolímeros se encuentran aquellos de recursos renovables que se componen de almidón y celulosa, los que se componen de monómeros bioderivados como aceites vegetales y ácido láctico, y los que se sintetizan por microorganismos como los Polihidroxialcanoatos (PHA) (Vilpoux y Averous, 2004).

Figura 2. Clasificación de los biopolímeros (Valero et al., 2013)



### Biopolímeros basados en almidón

Se conforman por la unión de dos polímeros que son la amilopectina y la amilosa. Las mezclas de almidón con poliésteres alifáticos mejoran su procesabilidad y biodegradabilidad (Tabi et al., 2010).

### Biopolímeros basados en Celulosa

La  $\beta$ -glucosa crea la celulosa, gracias a la formación de enlaces de  $\beta$ -1,4-O-glucosídicos; es lineal en su estructura y tiene diversos puentes de hidrógeno que se forman por los grupos OH de las cadenas de glucosa, formando la pared celular gracias a la creación de unas fibras. Estos polímeros que están basados en celulosa se crean con modificación química de la celulosa que se obtiene naturalmente (Gallur, 2010).

### Aceites vegetales

Los aceites vegetales son la fuente más importante en la síntesis de biopolímeros. Pueden conseguirse de plantas que contienen triglicéridos, varían ampliamente en sus propiedades físicas y químicas en función de los ácidos grasos de su estructura, la elección del aceite vegetal juega un papel importante en las propiedades del polímero (Montero et al., 2011).

### Daños causados por el bioplástico

En 2011 la Universidad de Pittsburgh en un estudio que realizó, descubrió unos problemas de origen ambiental provocados por el cultivo de plantas para los bioplásticos. Entre ellos: la contaminación por los fertilizantes y la tierra separada de la producción de alimentos. El uso de una sustancia como el maíz para el plástico en

lugar de alimentos es el centro de un debate sobre cómo deben asignarse los recursos en un mundo cada vez más escaso en alimentos. Además si llegan a parar en ambientes marinos, funcionarán de manera similar al plástico a base de petróleo, descomponiéndose en micropartes, durarán décadas y presentarán un peligro para la vida marina (Gibbens, 2018).

## Aspectos microbiológicos

### Barreras antimicrobianas

Los bioplásticos con barreras antimicrobianas se encuentran en pleno desarrollo, y se sabe que si es posible generar estas barreras, gracias a la inclusión de aceites esenciales y otros componentes. Recientes estudios, determinaron que para que el bioplástico tenga barreras antimicrobianas, se necesitaban dos componentes fundamentales, un polímero y un biocida. En el caso de los aceites esenciales, se utilizaron extractos de plantas aromáticas de tomillo rojo y blanco, limón, canela, clavo, menta, romero y bergamota, un tipo de cítrico presente en algunos té. Por otra parte se le incorpora el cinamaldehído, de la canela, y carvacrol, del tomillo. En la investigación detallan que seis de los diez biocidas si actuaban como debían. La canela, el clavo y el tomillo blanco fueron más efectivos, tanto para bacterias como para hongos, además del cinamaldehído activo. Las sustancias que actuaron mejor, formaban atmósferas antimicrobianas (Gómez et al., 2015).

Existen bioplásticos que son capaces de conservar los alimentos gracias al ajo. Gracias a la incorporación de aditivos antimicrobianos y antifúngicos que combaten los microorganismos que se originan en los vegetales, que pueden provocar enfermedades como la salmonelosis. Los aditivos se agregan en cápsulas muy pequeñas que

llegan a los poros y se incorporan en el plástico y éste tiene contacto con el alimento, generando la encapsulación del ajo (González, 2015).

En Monterrey, se puso a prueba una levadura (*Rhodotorula mucilaginosa*) contra la *Escherichia coli*, la cual mostró que producía una especie de bioplástico con efecto antimicrobiano. Además al degradarse, se determinó que no afecta al tener contacto, sino que también sirve de efecto antimicrobiano al entrar en contacto (Torres, 2018).

## Normatividad

### Marco jurídico nacional

El bioplástico es muy reciente para tener normas que hablen específicamente de ellos, pero se pueden encontrar algunas.

En México existen algunas normas que hacen referencia a los bioplásticos como la NMX-E-273-NYCE-2019, que establece las medidas específicas para un plástico compostable (Secretaría de Economía (SE), 2020).

La NMX-E-267-CNCP-2016, menciona dos métodos de prueba para determinar el contenido bio basado en resinas y productos plásticos (SE, 2017).

### Marco jurídico internacional

La Unión Europea en un documento de la comisión al parlamento Europeo, sacó a la luz un documento con el título Comunicación de la comunicación al parlamento, dirigido al Comité Social y Económico Europeo y al Comité de las Regiones y declaró que está decidida a crear y mejorar el marco normativo para los plásticos biodegradables, además buscan una estrategia para el plástico en una

economía circular. La decisión (UE) 2018/813 de la Comisión, de 14 de mayo de 2018, relativa al documento de referencia sectorial sobre las mejores prácticas de gestión habla de los bioplásticos. La norma ASTM D6400 describe a los polímeros biodegradables como aquellos capaces de deshacerse en metano, agua, CO<sub>2</sub>, componentes inorgánicos o biomasa, gracias a los microorganismos (ADAPT, 2020).

La decisión de la aceptación de los bioplásticos, se ha dado más en la Unión Europea que en otros países, pero el panorama en Asia nos da la respuesta de la aceptación del bioplástico, ya que se utiliza más que los plásticos petroquímicos. En el cuadro 3 se presentan otras normativas referentes a los bioplásticos.

**Cuadro 3.** Normativas referentes a los parámetros y/o criterios de calidad aplicables a los bioplásticos

Organización	Procedencia	Normativa
European Bioplastics	Europa	EN 13432 EN 14995 ISO 17088 ASTM D6400
Vinçotte	Bélgica	EN 13432
Biodegradable Polymer Institute (BPI) USCC	EEUU	ASTM D6400 ASTM D6868
Biodegradable Plastics Society (BPS)	Japón	Esquema certificación Green PLA

Gallur, 2010

## Conclusión

El bioplástico es un objeto de estudio bastante extenso, y a lo largo del documento se puede observar que tiene mucho campo por investigar, ya que puede ser

modificado para mejorar sus propiedades, y aporta a la economía y al medio ambiente, por su bajo precio de producción y sus materias primas biodegradables.

En la normatividad el bioplástico no se aborda mucho, teniendo en cuenta que sólo se hacen proyectos de norma sin especificar bien cómo sería el uso adecuado de éste, y las características específicas que tendría que cumplir.

## Referencias

- Acciona. (2019). Qué son los bioplásticos. Sostenibilidad para todos. [https://www.sostenibilidad.com/medio-ambiente/que-son-los-bioplasticos/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/medio-ambiente/que-son-los-bioplasticos/?_adin=02021864894)
- ADAPT. (2020, 28 febrero). Normativas y regulaciones para polímeros biodegradables y compostables. <http://adapt.mx/es/normativas-y-regulaciones-para-polimeros-biodegradables-y-compostables/>
- Alcántara, V. (2015, mayo). Biofase inaugura su segunda planta de bioplásticos en México. Tecnología del plástico. <https://www.plastico.com/temas/Mexico-tendra-nueva-planta-para-produccion-de-bioplasticos+105024>
- ECOEMBES. (2009). Proyecto de análisis de bioplásticos. Ecoembalajes España. <https://nanopdf.com/download/proyecto-de-analisis-de-bioplasticos.pdf>
- Ecoplas. (2020). ¿Qué son los Plásticos Biodegradables, Biobasados, Degradables, Oxodegradables, Compostables?. *ecoplas*, 54, 3-4. <https://ecoplas.org.ar/2016/wp-content/uploads/2020/06/Publicacion-54-Plasticos-Biodegradables.pdf>
- European bioplastics. (2017). Bioplastics market data 2017. [https://docs.european-bioplastics.org/publications/market\\_data/2017/Report\\_Bioplastics\\_Market\\_Data\\_2017.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/market_data/2017/Report_Bioplastics_Market_Data_2017.pdf)
- Fernández, D.; Rodríguez, E.; Bassas, M.; Viñas, M.; Solanas, A; Llorens, J.; Marqués, A. y Manresa, A. 2005. Agro-industrial oily wastes as substrates for PHA production by the new strain (*Pseudomonas aeruginos*) NCIB 4004 5: Effect of culture conditions. *Biochemical Engineering*, 26 (2-3), 159-167
- Gallur, M. (2010). Presente y futuro de los biopolímeros como material de envase, *Itene*, easyfairs, Barcelona, pp. 1-51.



- García, M.; Pinotti, A.; Martino, M. y Zaritzky, N. (2004). Characterization of composite hydrocolloid films. *Carbohydrate Polymer*. 56:339-345.
- Gibbens, S. (2018). Lo que necesitas saber sobre los plásticos de origen vegetal. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/>
- Gómez, D., Martínez, I., Partal, P., Guerrero, A., & Gallegos, C. (2015). Development of antimicrobial active packaging materials based on gluten proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Published. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7525>
- González, V. (2015, 20 abril). Un bioplástico hecho con ajos para conservar frutas y verduras. *MuyInteresante.es*. <https://www.muyinteresante.es/innovacion/articulo/un-bioplastico-hecho-con-ajos-para-conservar-frutas-y-verduras>
- Gross, R. and Kalra, B. (2001). Biodegradable polymers for the environment. *Science*, 297 (5582), 803-807.
- Ibarra, M.C. (2008). Moldeo por inyección científico [tesis de licenciatura]. Centro de investigación en química aplicada.
- Katiushka, M.C. (1996). Elaboración de plásticos biodegradables a partir de polisacáridos y su estudio de biodegradación a nivel de laboratorio y campo. [Tesis de doctorado en ciencias, Universidad Autónoma de Nuevo León].
- Lehninger, A. L. (1985). *Bioquímica* (2.a ed., Vol. 9). Ediciones Omega, S. A.
- Montero de Espinosa, L. and Meier, A.R. (2011). Plant oils: The perfect renewable resource for polymer science. *European Polymer Journal*, 47 (5), 837-852.
- Nature Plast. (2018, 5 enero). Ventajas medioambientales de los bioplásticos. <http://natureplast.eu/es/el-mercado-de-los-bioplasticos/ventajas-de-los-bioplasticos/ventajas-medioambientales-de-los-bioplasticos/>
- Novo, M., La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. (2009). *Revista de Educación*, (1), 195-217.
- Petnamsin, C.; Termvejsayanon, N. y Sriroth, K. 2000. Effect of particle size on physical properties and biodegradability of cassava starch/ polymer blend. *Journal of Natural Sciences*. 34:254-261.
- Rodelo, C. (2013). Proceso de extrusión [Diapositivas]. Word press. <https://johnguio.files.wordpress.com/2013/10/clase-magistral-extrusica3b3n.pdf>
- Secretaría de Economía. (2017). NMX-E-267-CNCP-2016. Industria del Plástico-Plásticos Biobasados-Métodos de prueba. *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México. Declaratoria de vigencia 02 de marzo de 2017. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5475121&fecha=02/03/2017](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5475121&fecha=02/03/2017)
- Secretaría de Economía. (2020). NMX-E-273-NYCE-2019. Industria del plástico- Plásticos compostables- Especificaciones y métodos de prueba. *Diario Oficial de la Federación*. Ciudad de México. Declaratoria de vigencia 16 de abril de 2020 [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5591696&fecha=16/04/2020](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5591696&fecha=16/04/2020)
- Tabi, T., Sajo, I., Szabo, F., Luyt, A. and Kovacs, J. (2010). Crystalline structure of annealed polylactic acid and its relation to processing, *Express Polym Lett.*, 4 (10), 659-668.
- Tharanathan, R. 2003. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Critical Review in Food Science and Technology*, 14, 71-78.
- Torres, F. (2018). El versátil bioplástico antimicrobiano. *Ciencia Mx*. <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/22566-versatil-bioplastico-antimicrobiano>
- Valero, M. F., Ortegón, Y., & Uscategui, Y. (2013). Biopolímeros: avances y perspectivas. *SciELO.org*. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v80n181/v80n181a19.pdf>
- Velázquez, C. (2006). Quitina y quitosano: Materiales del pasado. *Avances en química*, 1(2). <https://www.redalyc.org/pdf/933/93310204.pdf>
- Vilpoux, O. and Averous, L. (2004). Starch-based plastics. *Technology, Use and Potentialities of Latin American Starchy Tubers*, pp. 521-553, 2004
- Wagner, C. (2014, 16 marzo). Bioplásticos. *Food Packaging Forum*. <https://www.foodpackagingforum.org/food-packaging-health/bioplastics>
- ZEApplast. (2012). Plásticos biodegradables, historia de los bioplásticos. <http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/historia-de-los-bioplasticos++-20>