



Francisco Rodríguez  
Facultad Tecnológica  
Departamento de Ciencia y Tecnología  
de los Alimentos  
Universidad de Santiago de Chile  
francisco.rodriguez.m@usach.cl

# Envases de alimentos y medio ambiente: desafíos para avanzar por una sociedad eco-amigable

Food packaging and the environment: challenges to move towards an eco-friendly society

Francisco Javier Rodríguez Mercado<sup>1,2,3\*</sup>, Julio Elías Bruna Bugueño<sup>1,2,3</sup>, Alejandra Torres Mediano<sup>1,2,3</sup>, María José Galotto López<sup>1,2,3</sup>, Abel Guarda Moraga<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Envases (LABEN-CHILE), Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile

<sup>2</sup>Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología (CEDENNA)

<sup>3</sup>Plataforma de Innovación en Envases y Embalajes para Alimentos (Co-Inventa)

## Resumen

El uso de envases plásticos tradicionales por parte de la industria de alimentos ha resultado clave en la protección, calidad y vida útil, y manejo de los productos que contienen, entre otros aspectos. Sin embargo, en la actualidad el impacto medioambiental de éstos resulta trascendental para la industria, y para la sociedad que los consume. La acumulación de desechos plásticos post-consumo en el medio ambiente producto de su nula degradación exige la generación de estrategias a corto, mediano y largo plazo, en donde cada uno de los miembros de la sociedad se transforma en actores claves para este gran desafío. Así la generación de estrategias enfocadas a la educación con el fin de promover la correcta disposición y gestión de los desechos, búsqueda de materiales más respetuosos con el medio ambiente, implementación de estrategias acordes al ecodiseño y a la economía circular, se vislumbran como claves para avanzar en una sociedad más sustentable. Ahora bien, todo lo anterior se debe hacer sin olvidar la necesidad de contar envases que permitan asegurar alimentos de calidad y con la vida útil adecuada acorde a las exigencias de los consumidores. El siguiente artículo pretende dar una visión general del uso de los plásticos en la industria de alimentos, y de cómo las estrategias de ecodiseño y de los bioplásticos podrían contribuir a dar solución a la problemática medio ambiental, junto con la implementación de recientes instrumentos legislativos.

**Palabras claves:** Envases; Vida útil; Medioambiente; Ecodiseño; Bioplásticos.

## Abstract

The use of traditional plastic packaging by the food industry has been key in the protection, quality, shelf life and handling of the products they contain. However, at present the environmental impact of these is transcendental for the industry, and for the society that consumes them. The accumulation of post-consumer plastic waste in the environment, the product of its null degradation requires the generation of strategies in the short, medium and long term, where each member of society becomes key actors for this great challenge. Thus, the generation of strategies focused on education in order to promote the correct disposal and management of waste, search for more respectful materials with the environment, implementation of strategies according to ecodesign and the circular economy, are seen as key to advance in a more sustainable society. All the above must be done without forgetting the need to have containers that ensure quality food and adequate shelf life according to the demands of consumers. The following article aims to give an overview of the use of plastics in the food industry, and how ecodesign strategies and bioplastics could contribute to solving the environmental problem, along with the implementation of recent legislative instruments.

**Keywords:** Packaging; Shelf life; Environment; Ecodesign; Bioplastics.



# Introducción

Los plásticos tradicionales derivados de petróleo se han transformado en materiales indispensables para nuestra sociedad. Excelente comportamiento mecánico, versatilidad, ligereza, durabilidad, bajo costo y fácil procesamiento, son algunas de las más importantes propiedades de estos materiales. Debido a esto, su consumo ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, con niveles de producción que bordean los 340 millones de tone-

ladas a nivel mundial, destacando al continente asiático como uno de los mayores productores de las resinas termoplásticas (Figura N° 1).

Desde el punto de vista de constituyente básico de los plásticos, los polímeros derivados de recursos fósiles resultan fundamentales para otorgar las propiedades antes indicadas. Dentro de estos se pueden encontrar distintos termoplásticos, tales como, polietilenos (LDPE,

LLDPE y HDPE), polipropileno (PP), poliestirenos (PS, EPS), policloruro de vinilo (PVC), polietilentereftalato (PET) y poliamidas (PA) (Piergiovanni y Limbo, 2016). Dentro de toda esta amplia gama de polímeros, son las poliolefinas las que destacan por su amplio espectro de aplicaciones, situación que es validada por los altos niveles de producción a nivel mundial, la cual supera el 50 % de la producción de materiales termoplásticos (Figura N° 2).

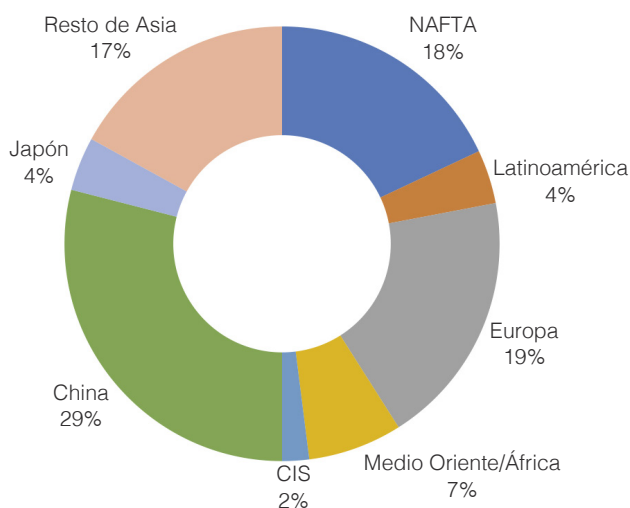


Figura N° 1. Niveles de producción en el año 2017 de resinas termoplásticas por países, agrupación de países o continente (Plastics Europe, 2018).

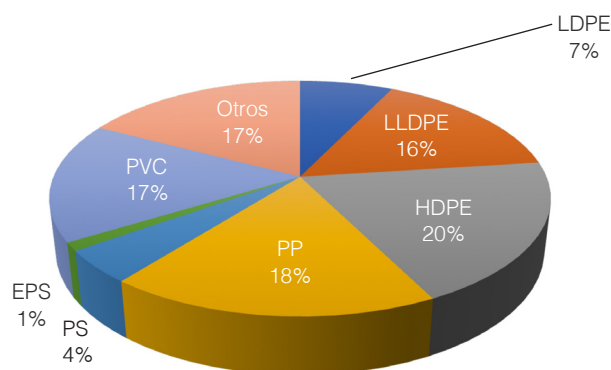


Figura N° 2. Porcentaje de producción de resinas termoplásticas derivadas de recursos fósiles en Estados Unidos sobre una producción anual de 96 millones de toneladas (American Chemistry Council, 2018).

Respecto a su aplicación, los plásticos impactan en diversos mercados, sin embargo, su empleo en la industria de los envases es en donde adquieren mayor relevancia, y es en esta área donde la industria de alimentos es identificada como una de las más importantes consumidoras de este tipo de materiales (Figura N° 3). Producto de esto, es que hoy en día es posible detectar que un alto porcentaje de los alimentos están dispuestos en envases fabricados con este tipo de materiales, o bien como una parte importante de ellos. Un hecho importante a considerar en éstos, es que la mayoría de los plásticos usados en los envases de alimentos son no-biodegradables, y una gran parte de ellos están impedidos de ser reciclados o reutilizados debido a la complejidad de sus estructuras (ej. multicapas, laminación con otros materiales de distinta naturaleza), niveles variables de contaminantes, tales como colorantes, tintas y adhesivos, y en muchos casos, debido a la presencia de contaminación

orgánica debido al alimento envasado (Briassoulis y Giannoulis, 2018). Adicionalmente, producto del uso masivo y mal manejo de los desechos derivados a partir del post-consumo, se han provocado gravísimos problemas medioambientales. De hecho, se estima que alrededor de 34 millones de toneladas de desechos plásticos son generados anualmente en el mundo, y que una gran parte de ellos ( $\approx 90\%$ ) son dispuestos en vertederos y en océanos (Emadian *et al.*, 2017).

Es evidente que la producción y utilización excesiva de plásticos tradicionales derivados del petróleo exige alternativas sostenibles a partir de recursos renovables. Asimismo, las emisiones ambientales adversas de dióxido de carbono y su larga acumulación en el medio ambiente debido a su nula biodegradabilidad han impactado de forma negativa a este tipo de materiales. Para evitar el impacto negativo antes mencionado, organizaciones internacionales, tales como, la

Unión Europea están promoviendo diversas estrategias para enfrentar esta importante problemática. Dentro de éstas, existe un fuerte llamado a promover la prevención y la reutilización de materiales por sobre la recuperación y la eliminación en vertederos (Figura N° 4). Es reconocido que no existe una única solución para enfrentar el problema medio ambiental de los desechos plásticos, así estrategias como el ecodiseño, la utilización de materiales reciclados/biodegradables/compostables, y el desarrollo de materiales basados en fuentes renovables, se encuentran dentro de las propuestas más importantes.

### Ecodiseño

De acuerdo con la Directiva 2009/125/EC de la Unión Europea (2009), la definición de ecodiseño o diseño ecológico se refiere a la integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo

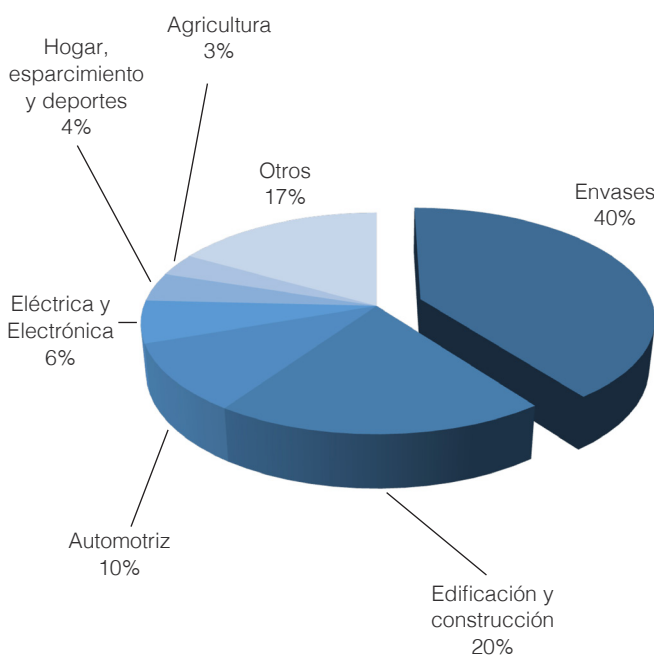


Figura N° 3. Demanda de plásticos en Unión Europea por sector de mercado (PlasticsEurope, 2018).

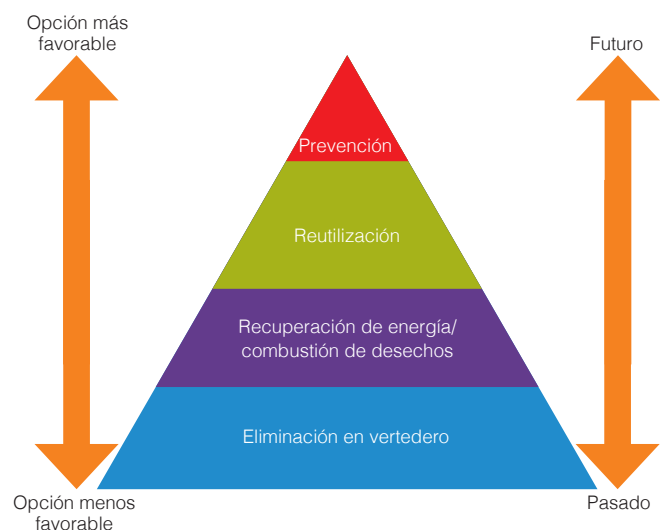


Figura N° 4. Estrategia para el manejo de residuos plásticos (Rydz *et al.*, 2018).

su ciclo de vida (Figura N° 5). De este modo, el ecodiseño es un enfoque para desarrollar un producto que enfatiza en la consideración de los impactos ambientales del producto en todo su ciclo de vida (Park *et al.*, 2014). La principal novedad que supone el ecodiseño respecto al diseño tradicional de envases es que, desde una visión holística y sistémica, se aplican herramientas y métodos para una mejor gestión de los recursos asociados al sistema

de envase (Ihobe - Ecoembes, 2017). Así, el ecodiseño de un envase tiene como objetivo reducir el impacto medioambiental que puede producir su actividad, sin mermar la calidad del producto envasado y mejorando su comportamiento en todas las etapas de su ciclo de vida. Es decir, integrando acciones medioambientales desde su creación en la etapa conceptual, hasta su tratamiento como residuo (SPGroup, 2018).

De acuerdo con Lewis (2008), el ecodiseño se sustenta en cuatro principios básicos

1. Eco-eficiencia, o “hacer más con menos”.
2. Diseño para recuperar con la finalidad de reducir desechos.
3. Uso de sustancias no-tóxicas que resultan seguras para las personas y el medio ambiente.



Figura N° 5. Ciclo de vida de un envase (Ihobe - Ecoembes, 2017)

#### 4. Comunicación ambiental efectiva.

Cada uno de estos principios tiene asociado diferentes estrategias que se destacan en la (Figura N° 6). Ahora bien, sea cual sea la estrategia considerada para impactar sobre el diseño de los envases, resulta fundamental que la calidad de alimento envasado no se vea perjudi-

cada. En la actualidad es posible encontrar un sinnúmero de productos que han empleado estrategias del ecodiseño para realizar cambios en este ámbito. En este contexto, la Tabla N° 1 resume ejemplos en donde estrategias del ecodiseño han impactado en el diseño de botellas de PET de distinta capacidad para agua mineral.

### Desarrollo de envases a partir de bioplásticos

Otra alternativa propuesta para enfrentar la problemática de los plásticos convencionales derivados del petróleo se enfoca al uso de bioplásticos. Los bioplásticos comprometen una amplia familia de materiales termoplásticos que pre-



Figura N° 6. Principios básicos del ecodiseño y algunas estrategias asociadas a éstos (Lewis, 2008)

Envase	Año/masa (g)			
	2000	2010	2015	Evolución 2000-2015
PET de 0,5 L	17,1	15,6	13,7	-20%
PET de 1,5 L	31,8	28,0	26,1	-18%
PET de 2 L	41,5	33,1	28,8	-31%
PET de 5 L	92,5	80,2	72,3	-22%

Tabla N° 1. Evolución de las masas medias de envase de los principales tamaños de botellas de PET (Neabe - Ecoembes, 2017)

sentan diferentes propiedades y aplicaciones. De acuerdo a la European Bioplastics, un material plástico es categorizado como bioplástico si es de base biológica, biodegradable, o tiene ambas propiedades (European Bioplastics, 2016). Adicionalmente, estos materiales tienen las mismas propiedades de los plásticos convencionales y ofrecen ventajas adicionales, tales como una reducida huella de carbono o la capacidad de generar compostaje.

La familia de bioplásticos es dividida en tres grupos principales (Sharma *et al.*, 2017)

1. Plásticos no-biodegradables de base biológica o parcialmente de base biológica, tales como, polietileno (PE), polipropileno (PP), o polietilenterftalato (PET), y polímeros de altas prestaciones, tales como, politrimetilenterftalato (PTT).

2. Plásticos que son de base biológica y biodegradables, como son el poliácido láctico (PLA), los pohidroxicanoatos (PHA), polibutileno succinato (PBS), el almidón termoplástico (TPS).

3. Plásticos que son basados en recursos fósiles y son biodegradables, tales como el polibutileno adipato co-tereftalato (PBAT) y la policaprolactona (PCL),

La Figura N° 7 da cuenta de estos tres grupos de polímeros de acuerdo a su origen y su capacidad de ser biodegradados.

Dentro de los polímeros indicados, el polietileno llama la atención por estar catalogado como bioplástico. Su incorporación en este listado se debe a que en la actualidad existe un polietileno que es elaborado a partir de recursos renovables, precisamente a partir de los azúcares

de la caña de azúcar (Figura N° 8a). Este polietileno, de idénticas propiedades que el obtenido a partir de recursos fósiles, es comercializado por la empresa Braskem®, quien lo comercializa bajo el nombre de “polietileno verde”, y con la promoción “I’m Green” (<http://plastico-verde.braskem.com.br/site.aspx/plastic-green>). Es importante destacar, que en la actualidad muchas empresas que emplean esta matriz termoplásticas para la elaboración de sus envases, resaltan este último concepto en la promoción de éstos, situación que promueve una fuerte imagen de compromiso con el medio ambiente, sin embargo, es necesario tener claro que el comportamiento en el medio ambiente es idéntico al que muestra el polietileno obtenido de recursos fósiles, es decir una nula compatibilidad con éste, y con un elevado nivel de contaminación en el medio ambiente al fin de su ciclo de vida.

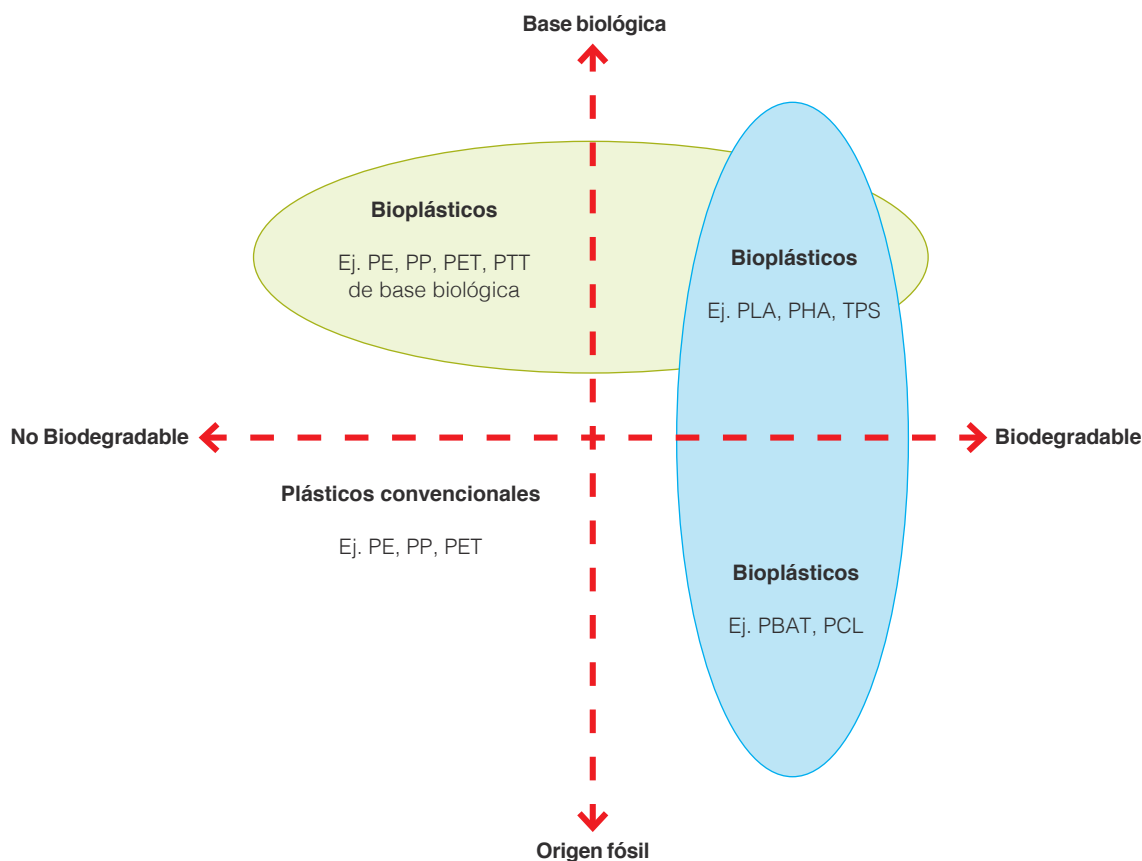


Figura 7. Sistema de coordenadas para materiales del tipo bioplástico (European Bioplastics, 2016)



Por otro lado, se encuentra el poliácido láctico PLA (Figura N° 8b), polímero derivado de almidón de distintos orígenes (ej. maíz, trigo o papas). Este poliestér es actualmente uno de los más populares y promisorios plásticos “verdes” para el mercado de envases (Siracusa *et al.*, 2012; Mistriotis *et al.*, 2016; Rydz *et al.*, 2018). El PLA destaca por su capacidad de ser desintegrado rápidamente en ambientes de compostaje, tal como se presenta en la Figura N° 9, en donde se muestran distintas películas aditivadas de este material que han sido desarrolladas en el Laboratorio de Envases (LABENCHILE) de la Universidad de Santiago de Chile. En la actualidad, distintas compañías lo comercializan bajo distintos nombres comerciales, como Ingeo Lactides®, Purec®,

CornLeaf®. A pesar de la alta compatibilidad del PLA con el medio ambiente, algunas propiedades físicas, tal como, la permeabilidad a gases, comportamiento mecánico, deben ser mejoradas con la finalidad de ampliar el espectro de aplicabilidad de éste en el diseño de nuevos envases. Al respecto, estrategias como incorporación de sustancias activas para la generación de envases activos (Scaffaro *et al.*, 2018), combinación con otros materiales acorde a los principios del ecodiseño (Hamad *et al.*, 2018), e incorporación de rellenos y nano-rellenos (Kian *et al.*, 2018), se encuentran dentro de las opciones que en la actualidad está siendo consideradas, tanto por la academia como por la industria, con la finalidad modificar sus propiedades.

### Situación en Chile respecto a los plásticos tradicionales

En los últimos años, el impacto medio ambiental de los desechos ha sido un tema central en las políticas públicas de nuestro país. En este ámbito destacan las leyes que apuntan al control de desechos, en donde los materiales plásticos son un eje central en ellas. Es así como la Ley N° 20.920, más conocida como Ley REP, establece el marco necesario para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje (Ley N° 20.920, 2016). Esta ley es un instrumento económico de gestión de residuos que obliga a los fabricantes de determinados productos, a organizar y financiar la gestión de los residuos, derivados de sus pro-

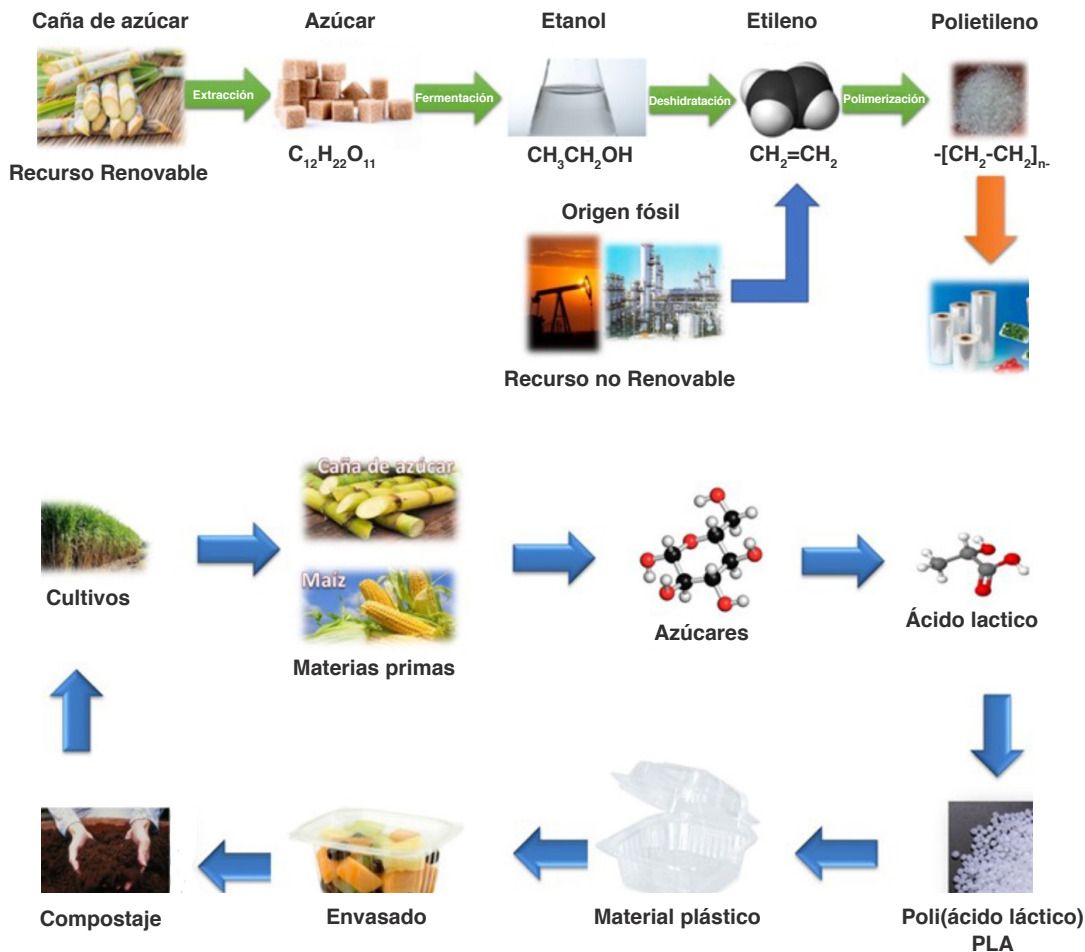


Figura N° 8. a) Obtención de polietileno etileno a partir de un recurso renovable (polietileno verde) y de uno no renovable (polietileno tradicional), y b) Obtención de poliácido láctico a partir de un recurso renovable y su ciclo de vida

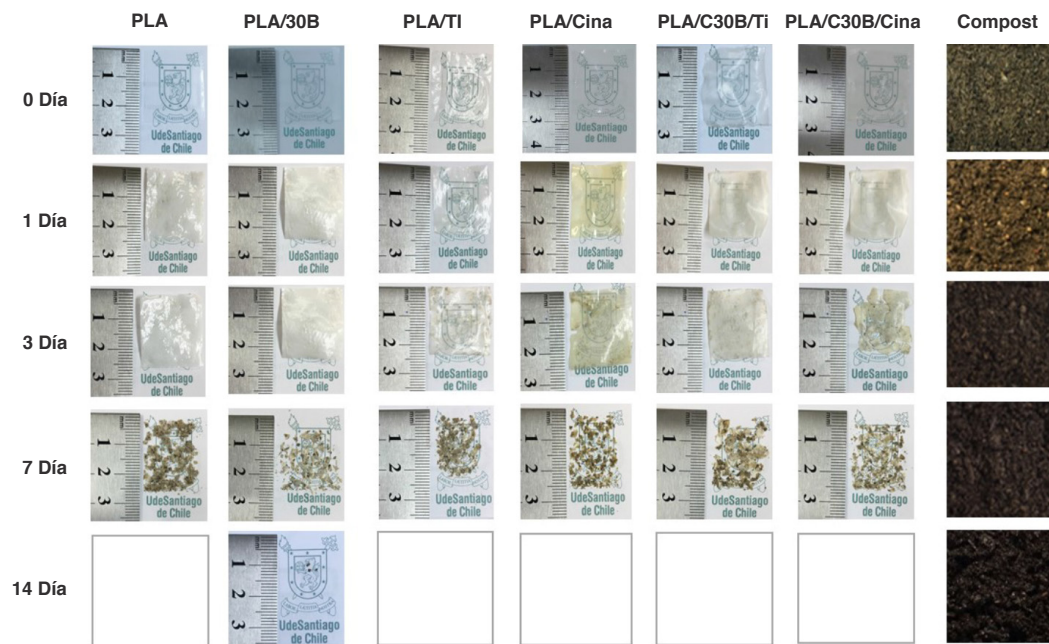


Figura N° 9. Ensayo de desintegración de distintas películas basadas en PLA (Archivo LabenChile USACH)

ductos. Esta legislación tiene su fundamentación en aspectos de la economía circular. En ella se establece que todos los productores o importadores de los productos prioritarios (aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, pilas, envases y embalajes, y neumáticos) deben hacerse cargo de los bienes, una vez que terminan su ciclo de vida. Para ello da cuenta de las obligaciones de quienes producen y/o importan los productos prioritarios, que van desde registros públicos, organización de la recolección, tratamiento de los residuos, hasta el cumplimiento de metas de recolección. Adicionalmente, los consumidores tienen la responsabilidad de separar y entregar los residuos de productos prioritarios a los gestores asociados a ellos. Será responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) dictar reglamentos en donde se establezcan metas, la implementación y gestión de los sistemas de registro, sumado a la supervisión de los planes de gestión y la fiscalización del proceso. Adicionalmente, y un punto no menor, el MMA será responsable del diseño y la implementación de programas de educación medioambiental.

Por otro lado, la Ley N° 21.100 establece la reducción en la entrega de bolsas plásticas elaboradas a partir de derivados del petróleo en una primera etapa, y una posterior prohibición de la entrega de éstas en el comercio (Ley N° 21.100, 2018). Esta ley solo se enfoca a establecimientos minoristas o mayoristas que distribuyen o comercializan bienes o servicios, se excluyen de esta prohibición las bolsas que constituyen el envase primario de alimentos.

### Conclusiones

Los materiales plásticos han resultado ser fundamentales en el diseño de envases de alimentos debido a las ventajas que ellos presentan, destacando la versatilidad de formas y de estructurarlos, sus propiedades físicas (resistencia mecánica, propiedades de barrera), su procesabilidad, entre otras, características que han facilitado su incorporación en la industria alimentaria para el diseño de envases. Sin embargo, su uso masivo ha traído consigo una considerable problemática asociada a la contaminación del medio ambiente una vez finalizado su ciclo de

vida. Es a raíz de este hecho, que la sociedad en general, está cada vez más preocupada, sobretudo en las nuevas generaciones que ven como la acumulación de los plásticos ha generado graves problemas en el medio ambiente. A partir de esto han surgido diversas estrategias orientadas a reducir el nivel de desechos generados, desde las básicas que se orientan a fomentar el reciclaje y la reutilización, hasta medidas más complejas que están asociadas al ecodiseño y empleo de bioplásticos. Sin embargo, todo lo anterior no será de utilidad si la industria y los consumidores no toman en serio esta grave problemática. Al respecto, es sumamente importante educar, con el objeto de que el manejo de residuos se realice de la mejor forma a tanto por parte de los consumidores finales, como de las empresas que utilizan esos materiales para la protección de sus productos. Asimismo, el estado también juega un rol clave, generando estrategias amparadas en leyes que permitan una mejor gestión de los desechos.





## Referencias

- American Chemistry Council. 2018. Major markets, <https://plastics.americanchemistry.com/Packaging/>
- Briassoulis D, Giannoulis A. 2018. Evaluation of the functionality of bio-based food packaging films. *Polymer Testing* 68: 39-51.
- Emadian SM, Onay TT, Demirel B. 2017. Biodegradation of bioplastics in natural environments. *Waste Management* 59: 526-536.
- European Bioplastic. 2016. What are bioplastics? <https://www.european-bioplastics.org/news/publications/#-FactSheets>
- Hamad K, Kaseem M, Ayyoob M, Joo J, Dri F. 2018. Polylactic blends: The future of green, light and tough. *Progress in Polymer Science* 85: 83-127.
- Ihobe - Ecoembes. 2017. Guía de Ecodiseño de Envases y Embalajes. Bilbao, País Vasco, España.
- Kian LK, Saba N, Jawaid M, Sultan MTH. 2018. A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic acid (PLA) nanocomposites. *International Journal of Biological Macromolecules* 121: 1314-1328.
- Lewis H. 2008. Eco-design of food packaging materials. En *environmentally compatible food packaging*. Ed. Chiellini E, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, Inglaterra.
- Ley N° 20.920. 2016. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile
- Ley N° 21.100. 2018. Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Mistriotis A, Briassoulis D, Giannoulis A, D'Áquino S. 2016. Design of biodegradable bio-based equilibrium modified atmosphere packaging (EMAP) for fresh fruits and vegetables by using micro-perforated poly-lactic acid (PLA) films. *Postharvest Biology and Technology* 111: 380-389.
- Neabe – Ecoembes. 2017. Guía de buenas prácticas en ecodiseño y sostenibilidad para envases de aguas minerales. Madrid, España.
- Park SI, Lee DS, Han JH. 2014. Eco-design for food packaging innovations. In *innovation in food packaging*. Second Edition. Ed. Han JH, Academic Press, Londres, UK.
- Piergiovanni L, Limbo S. 2016. Food packaging materials. *Springer Briefs in Molecular Science – Chemistry of Foods*. Springer, Cham, Suiza.
- Plastic Europe. 2018. Plastics – the facts 2017. An analysis of European plastics production, demand and waste data, <https://www.plasticseurope.org/es/resources/market-data>
- Rydz J, Musiol M, Zawidlak-Wegrynska B, Sikorska W. 2018. Present and future of biodegradable polymers for food packaging applications. En *Biopolymers for food design*. Ed. Grumezescu AM, Holban AM, Academic Press. Londres, UK.
- Scaffaro R, Lopresti F, Marino A, Nostro A. 2018. Antimicrobial additives for poly(lactic acid) materials and their applications: current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology* 102: 7739-7756.
- Sharma VP, Singh RL, Singh RP. 2017. Degradable polymers and plastics of the future: steps toward environmental sustainability, regulations and safety aspects. En *Principles and applications of environmental biotechnology for a sustainable future*. Ed. Singh RL, Springer, Cham, Suiza.
- Siracusa V, Blanco I, Romani S, Tylewicz U, Rocculi P. 2012. Poly(lactic acid)-modified films for food packaging application: physical, mechanical and barrier behavior. *Journal of Applied Polymer Science* 125: E390-E401.
- SPGroup. 2018. Ecodiseño: envases sostenibles y funcionales centrados en el producto, <https://www.spgroup.com/blog/ecodisenio-envases/>
- Unión Europea. 2009. Directiva 2009/125/EC. Marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.