



Guía práctica - número 2

# Bioplásticos



**Remar**  
Red Energía y Medio Ambiente  
Réseau Énergie et Environnement

## Más guías prácticas...

1. Gestión de residuos
2. **Bioplásticos**
3. Impactos ambientales
4. Suelos contaminados
5. Ecoeficiencia industrial
6. Movilidad sostenible
7. Bioenergía
8. Energías renovables
9. Gestión sostenible

**Edición:** Septiembre 2011

**Edita:** Remar, Red de Energía  
y Medio Ambiente  
[www.redremar.com](http://www.redremar.com)

**Contenido:** Red Remar

**Diseño:** Red Remar

**Maquetación:** [www.vinaixa.biz](http://www.vinaixa.biz)

## Socios

---



## Cofinancia

---



## Presentación



Junto a los objetivos sociales, los objetivos medioambientales y energéticos serán determinantes en el desarrollo de la economía del futuro. El cambio climático, el final de una economía basada en el petróleo, la escasez de recursos, el impacto sobre la biodiversidad... son los nuevos criterios de análisis que debe utilizar cada responsable, ya sea público o privado, en su toma de decisiones a medio y largo plazo.

En todas las regiones europeas, los responsables socio-económicos buscan soluciones más limpias y eficientes para dar respuesta de forma más sostenible, a sus clientes y a la sociedad en general, frente a los retos mencionados.

En respuesta a esta demanda de soluciones, los responsables económicos de cada región ejercen su capacidad de innovación y desarrollan soluciones más sostenibles, ya sea en el ámbito tecnológico o organizativo.

Con la participación de 9 socios de las regiones de Navarra, Euskadi, La Rioja y Aquitania, el proyecto REMAR tenía como objetivo contribuir tanto a informar a los agentes de interés, y en general a la sociedad, como a identificar soluciones y promover cooperaciones transregionales para desarrollar soluciones innovadoras en 9 temáticas relacionadas con la energía y el medio ambiente.

Este documento es resultado del trabajo de los socios de REMAR en una de esas 9 temáticas. Su objetivo es ofrecer una perspectiva completa de la temática e ilustrar las posibles soluciones con ejemplos prácticos extraídos de las diferentes regiones.

Os deseo una lectura provechosa,

**Benoit de Guillebon,**  
Director de APESA, jefe de fila del proyecto REMAR



# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción a los bioplásticos</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Tipos de bioplásticos</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Bioplásticos procedentes total o parcialmente de fuentes renovables</b>	<b>8</b>
2.1.1	<i>Polímeros derivados del almidón</i>	
2.1.2	<i>Ácido Poliláctico (PLA)</i>	
2.1.3	<i>Poliésteres procedentes de monómeros obtenidos de recursos renovables</i>	
2.1.4	<i>Polímeros derivados de la celulosa</i>	
2.1.5	<i>Poliuretanos (PUR)</i>	
2.1.6	<i>Poliámidas (PA)</i>	
<b>2.2</b>	<b>Polímeros biodegradables sintéticos (no procedentes de fuentes renovables)</b>	<b>17</b>
2.2.1	<i>Poliésteres alifáticos</i>	
2.2.2	<i>Poliésteres alifáticos aromáticos</i>	
2.2.3	<i>Poliéster-amidas</i>	
<b>2.3</b>	<b>Bioplásticos sintetizados por vía biotecnológica</b>	<b>18</b>
2.3.1	<i>Polihidroxicanoatos (PHA)</i>	
<b>3</b>	<b>Situación de los bioplásticos en Europa</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Mercado de los bioplásticos en Europa</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>Principales proveedores de bioplásticos</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>Aspectos medioambientales de los bioplásticos</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Bioplásticos y sostenibilidad</b>	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>Evaluación medioambiental de los bioplásticos</b>	<b>29</b>
<b>4.3</b>	<b>Opciones de revalorización de los bioplásticos</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>Certificación y normativa</b>	<b>31</b>
<b>5.1</b>	<b>Ámbito de los ensayos bajo las normas EN 13432 / EN 14995</b>	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b>Certificación de productos plásticos compostables</b>	<b>33</b>
<b>5.3</b>	<b>Armonización de la certificación</b>	<b>34</b>
<b>5.4</b>	<b>Organismos de certificación en Europa</b>	<b>34</b>
<b>5.5</b>	<b>Etiquetado</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Legislaciones y normativas en fomento de los bioplásticos</b>	<b>37</b>
<b>6.1</b>	<b>Marco regulatorio</b>	<b>38</b>
<b>6.2</b>	<b>Oportunidades para una amplia introducción en los mercados de los bioplásticos</b>	<b>38</b>
<b>6.3</b>	<b>Políticas estratégicas</b>	<b>39</b>
<b>6.4</b>	<b>Legislación</b>	<b>39</b>
<b>6.5</b>	<b>Otras legislaciones nacionales en el ámbito europeo</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Referencias</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Acrónimos</b>	<b>43</b>
	<b>FICHAS PRÁCTICAS</b>	<b>45</b>
<b>A.</b>	<b>Normativa por países</b>	<b>47</b>
<b>B.</b>	<b>Propiedades para selección de materiales</b>	<b>62</b>
<b>C.</b>	<b>Aplicaciones principales por sectores</b>	<b>64</b>
<b>D.</b>	<b>Aplicaciones más representativas por material</b>	<b>66</b>

**1.**

# **Introducción a los bioplásticos**

# 1. INTRODUCCIÓN A LOS BIOPLÁSTICOS

La escasez y encarecimiento del petróleo, junto con un aumento de las regulaciones medioambientales, actúan de forma sinérgica para promover el desarrollo de nuevos materiales y productos más compatibles con el medioambiente e independientes de los combustibles fósiles. En este contexto, los bioplásticos se ajustan perfectamente a las nuevas necesidades e inquietudes industriales y sociales.

La obtención de productos químicos y nuevos materiales a partir de fuentes renovables no es una idea nueva. Sin embargo, el reto está en desarrollar la tecnología necesaria y en adaptar los productos y procesos a aplicaciones reales y competitivas que supongan una verdadera revolución y se transformen en una realidad en el mercado.

Los bioplásticos constituyen en la actualidad un campo de interés creciente en sectores industriales diversos (envase, automoción, alimentación, sector eléctrico-electrónico, construcción, medicinas, textil, etc.). Este interés está íntimamente relacionado con la tendencia globalmente extendida, de sustitución de los materiales procedentes de fuentes fósiles por otros procedentes de fuentes renovables y sostenibles. Sin embargo, son precisamente las aplicaciones lo que motiva las definiciones y tipologías de bioplásticos que se conocen.

Los bioplásticos no constituyen una única clase de polímero sino una familia de materiales con distintas propiedades y rango de aplicaciones. De forma general, la Asociación Europea de Bioplásticos (European Bioplastics), clasifica estos materiales en dos categorías principales:

- Los denominados plásticos procedentes de biomasa (de recursos renovables).
- Los polímeros biodegradables que cumplen con los criterios científicos recogidos en las normas de biodegradabilidad y compostabilidad que a nivel europeo son la EN 13432 y EN 14995, ISO 17088 o ASTM D-6400.

En ambas tipologías de materiales existe un alto porcentaje de recursos renovables en su fabricación. Sin embargo, los plásticos del primer grupo no son necesariamente biodegradables, mientras que materiales que cumplen las normativas de biodegradabilidad y compostabilidad pueden ser obtenidos mediante procesos bioquímicos a partir de fuentes fósiles.

Los polímeros del primer grupo no precisan ser biodegradables o compostables, aunque la mayoría lo son. Los del segundo grupo no necesariamente tienen que estar basados en materias primas renovables para cumplir los criterios de la norma EN 13432. De hecho, algunos polímeros basados en monómeros procedentes de la industria petroquímica están certificados como biodegradables o compostables, ya que la biodegradabilidad está más directamente relacionada con la estructura química que con el origen de las materias primas.

Todos los polímeros naturales basados en carbono, como el almidón, celulosa, lignina, etc. y los monómeros en los que están basados son biodegradables. Sin embargo, estos plásticos basados en monómeros procedentes de fuentes de materias primas renovables pueden perder la biodegradabilidad por una modificación química, como es la polimerización.

Asimismo se debe tener en cuenta que las propias formulaciones de los bioplásticos, requieren para su procesabilidad de aditivos o modificantes que pueden ser de origen sintético, lo que implica que no en todos los casos es posible fabricar bioplásticos basados al 100% en materias primas renovables.

En cuanto a los métodos de producción comercial, los bioplásticos se pueden procesar mediante tecnologías aplicadas a los plásticos convencionales tales como la extrusión, inyección, soplado o termoformado. Sin embargo, aunque cada familia de materiales tiene sus peculiaridades, todos tienen en común su tendencia a hidrolizarse, limitada resistencia térmica y sus bajas temperaturas de proceso. Estos aspectos son importantes a la hora de procesar estos materiales con vistas a evitar la alteración de la cinética de degradación de los mismos, ya en las etapas de fabricación.

Otras fuentes clasifican de forma más específica los bioplásticos en 3 grupos según:

**Grupo 1: Bioplásticos procedentes de recursos renovables.** Comprenden tanto los bioplásticos cuyos monómeros proceden de la biomasa (almidón y celulosa), como aquellos cuyos monómeros son producidos mediante la fermentación de recursos renovables, aunque el proceso de polimerización posterior sea por vía química convencional.

**Grupo 2: Bioplásticos sintetizados por vía biotecnológica.** Existen dos vías biotecnológicas para la producción de bioplásticos. El primero consiste en la obtención biotecnológica de los monómeros y polimerización posterior por vía química. Otra vía es la síntesis integral de los bioplásticos mediante procedimientos biotecnológicos, fundamentalmente por fermentación microbiana, aunque se están contemplando a más largo plazo otras tecnologías basadas en la utilización de plantas genéticamente modificadas. Un ejemplo son los Polihidroxialcanoatos (PHA).

**Grupo 3: Polímeros biodegradables sintéticos.** Proceden de la polimerización de monómeros obtenidos de fuentes fósiles. Por su estructura son biodegradables según la norma EN 13432 para biodegradabilidad y compostaje de envases. Ejemplo de este tipo de materiales lo constituyen Poliésteres alifáticos y alifáticos – aromático el Alcohol Polivinílico y las poliéster amidas.

Sin embargo, las clasificaciones más "estrictas", clasifican los bioplásticos únicamente en función de su procedencia bien sea a partir de fuentes fósiles (derivados del petróleo) o de materias primas naturales, denominándose entonces biopolímero. Bioplásticos del Grupo 2 estarían incluidos en esta última categoría (por ejemplo, los Polihidroxialcanoatos (PHA)).

En el gráfico siguiente (Figura 1) se muestra la clasificación de los bioplásticos atendiendo a su origen destacándose con un círculo aquellos que tienen una mayor relevancia a nivel comercial.

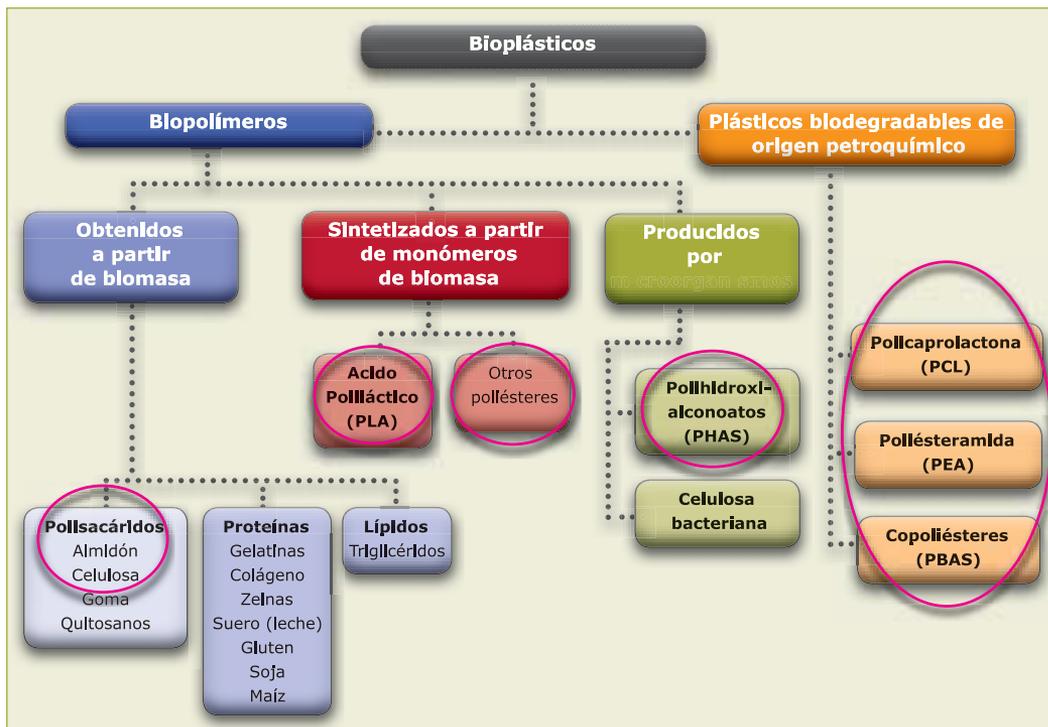


Figura 1: Clasificación de los bioplásticos según su procedencia

**2.**

# **Tipos de bioplásticos**

## 2.1 BIOPLÁSTICOS PROCEDENTES TOTAL O PARCIALMENTE DE FUENTES RENOVABLES

En la figura 2 que se muestra a continuación se desglosan los 7 grupos principales de bioplásticos que se incluyen en la clasificación anterior en los grupos 1 y 2. Estos son:

**Figura 2:** Tipo de bioplásticos de fuentes renovables

Nº	Tipo de bioplástico	Tipo de polímero	Estructura o método de obtención
1	Polímero basado en almidón	Polisacáridos Grupo 1	Obtenidos por modificación de polímero natural
2	Ácido Poliláctico (PLA)	Poliéster Grupo 1	Se obtiene por polimerización química del monómero de ácido láctico (LA)
3	Poliésteres obtenidos a partir de otros precursores:  Politrimetilen Tereftalato (PTT)  Polibutilen Tereftalato (PBT)  Polibutilen succinato (PBS)	Poliéster Grupo 1 ó Grupo 3 si se parte de recursos petroquímicos	1,3 propanodiol obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)  1,4 butanodiol obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)  Ácido Succínico obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)
4	Polihidroxicanoatos (PHA): PHB, PHV y copolímeros	Poliéster Grupo 2	Polímero obtenido directamente por fermentación o cosechas genéticamente modificadas
5	Poliuretanos (PURs)	Poliuretano Grupo 2	Poliol obtenido por fermentación o modificación química de aceites naturales + isocianato petroquímico
6	Nylon 6  Nylon 66  Nylon 69	Poliamidas Grupo 1	Caprolactama obtenida por fermentación  Ácido adipídico obtenido por fermentación  Monómero obtenido por transformación química del ácido oleico
7	Polímeros de celulosa	Polisacáridos Grupo 1 /Grupo 2	Modificación polímero natural, o vía fermentación bacterial

Además de los anteriores, existen otros polímeros basados en recursos renovables con escasa presencia en el mercado pero con potencial interés como son:

- Lignina, pectina, quitina, quitosano o hemicelulosa (de tipo polisacárido).
- Proteínas de origen vegetal y animal: Gluten, zeína, caseína, colágeno, gelatina y suero (grupo de las proteínas).
- Triglicéridos.

Algunos de los biopolímeros anteriores tienen un potencial interés como aditivos de tipo natural con capacidad antioxidante o antimicrobiana como es el caso del quitosano.

En general, el grado de desarrollo y comercialización de los principales bioplásticos basados en recursos renovables se halla en distintos estadios, tal y como se muestra en la siguiente figura, teniendo en cuenta que la posición hacia la derecha dentro de cada grupo indica una mayor pro-

ducción con respecto de los demás polímeros.

**Figura 3:** Grado de comercialización de distintos bioplásticos

En investigación	Comerciales a menor escala o escala piloto	Comerciales a gran escala	Tecnología madura
Poliamida 66		PUR → Almidón y derivados →	Derivados de celulosa
Poliamida 6	PHBHx	PLA	
Poliamida 69	PHBV		
PBS, PBSA	→ PHB		
PBT	PTT		
			Grado de comercialización

Fuente: Fraunhofer Institute, 2007

A continuación, se describen brevemente los principales bioplásticos procedentes de fuentes renovables, así como sus potenciales de aplicación.

## 2.1.1 POLÍMEROS DERIVADOS DEL ALMIDÓN

Los polímeros derivados de almidón son materiales termoplásticos resultantes del procesamiento del almidón natural por medios químicos, térmicos o mecánicos. Asimismo, es posible hacer copolímero con otros biopolímeros y pueden obtenerse copolímeros tan flexibles como el polietileno o tan rígidos como el poliestireno.

El almidón es un polisacárido abundante, de bajo coste, renovable y totalmente biodegradable que se encuentra en las plantas.

El almidón comercial se obtiene de las semillas de cereales: maíz, trigo, varios tipos de arroz, etc., y de algunas raíces y tubérculos como la patata. El más utilizado para la producción de bioplásticos es el almidón de maíz.

### Tecnologías de procesamiento

Los polímeros de almidón pueden ser procesados por:

- Soplado de film.
- Extrusión.
- Termoformado.
- Inyección.
- Recubrimiento por extrusión de fibras y tejidos.

## Propiedades mecánicas, químicas y físicas

Su densidad (1.2-1.35 g/cm<sup>3</sup>) es superior a la de la mayoría de los polímeros termoplásticos convencionales y presentan baja resistencia a disolventes y aceites aunque este aspecto se puede mejorar con mezclas con, por ejemplo, PCL (Policaprolactona). En la actualidad también existen mezclas con otros biopolímeros como el PLA y con otros polímeros convencionales, constituyendo las resinas híbridas de almidón. El almidón es muy sensible a la humedad y al contacto con agua lo que limita el rango de sus aplicaciones. En cambio por su estructura polisacárido, ofrece propiedades moderadas de permeabilidad al oxígeno.

## Propiedades biodegradabilidad

El almidón es 100% biodegradable según la normativa EN13432, sin embargo, determinados copolímeros, en un alto grado de sustitución, pueden afectar a negativamente la biodegradabilidad por interacciones almidón-poliéster que ocurren a nivel molecular.

## Potencial de sustitución a otros polímeros convencionales

<p><b>Almidón tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales</b></p>	PEAD
	PEBD
	PP
	PS
	PUR
<p>Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material</p>	

## 2.1.2 ÁCIDO POLIÁCTICO (PLA)

El Ácido Poliáctico (PLA) es un poliéster alifático derivado al 100% de materias primas renovables, que se produce a partir de ácido láctico mediante un proceso de polimerización química.

El ácido láctico se produce por fermentación anaerobia de sustratos que contengan carbono, ya sean puros (glucosa, lactosa, etc.) o impuros (almidón, melazas, etc.) con microorganismos, bacterias y ciertos hongos. Asimismo, presenta en su estructura, un carbono asimétrico, por lo que existen dos estereoisómeros, el D o el L, siendo el L, el que se obtiene de forma natural. La selección de la bacteria utilizada influye en la obtención de un mayor o menor ratio de isómeros D (+) o L (-).

Se han desarrollado distintos procesos para la obtención de PLA, pero los más interesantes son aquellos que permiten obtener un polímero de alto peso molecular. Así, MITSHUI TOATSU CHEMICALS ha patentado un proceso que permite obtener PLA de alto peso molecular. CARGILL y DOW LLC desarrollaron y patentaron un proceso continuo y de bajo coste que permite igualmente PLA de alto peso molecular ( $>10^5$ ).

### Tecnologías de Transformación

El PLA puede ser procesado con ligeras modificaciones, en las máquinas convencionales de procesamiento de termoplásticos. Las principales técnicas empleadas en el desarrollo de aplicaciones son:

- Termoformado.
- Inyección.
- Soplado.
- Extrusión de film.
- Extrusión de fibra por "melt spinning" para aplicaciones de tejidos no tejidos.

Destacan las aplicaciones de film de alto valor añadido y los envases rígidos por termoformado.

No obstante, un buen control del secado del material es imprescindible para evitar degradaciones en proceso.

### Propiedades mecánicas, químicas y físicas

Las propiedades del PLA están relacionadas con la proporción de sus dos estereoisómeros, D y L. Comercialmente, se puede encontrar grados de PLA ópticamente puros (100% L) que proporcionan grados de cristalinidad elevados (45-70%), pero también se comercializan otros grados de PLA constituido por mezclas de sus isómeros, que son básicamente amorfos.

Los grados amorfos de PLA son transparentes, aunque las propiedades ópticas son sensibles a la aditivación, incluso en pequeños porcentajes. Sus propiedades mecánicas son buenas en comparación con otros biopolímeros pero presentan, sin embargo, baja resistencia al impacto. La dureza, rigidez, resistencia al impacto y elasticidad, propiedades importantes en aplicaciones para botellas de bebidas, son similares a las del PET, aunque la menor estabilidad termo-mecánica en contacto con agua, proporcionaría un menor tiempo de vida útil de las botellas envasadas de PLA. Asimismo, las propiedades anteriormente citadas junto con su alto módulo de flexión y transparencia lo hacen comparable con otros materiales como el celofán.

Tiene una temperatura de reblandecimiento baja ( $\sim 50-60^{\circ}\text{C}$ ) variable según grado y se degrada rápidamente por encima de esa temperatura en condiciones de alta humedad, lo que plantea problemas para aplicaciones de almacenamiento de productos y su uso en automóviles.

Presenta buenas propiedades barrera frente a olores y sabores. Tiene también alta resistencia a grasas y aceites. Por su estructura lineal alifática, el PLA tiene una buena resistencia a la radiación UV, en contraste con los polímeros aromáticos.

Para mejorar sus propiedades y que pueda competir con plásticos flexibles de uso común, el PLA puede modificarse con agentes plastificantes o mezclándolo con otros polímeros.

### Propiedades de biodegradabilidad

El PLA es resistente al ataque de microorganismos en suelos o lodos a temperatura ambiente. El polímero debe primero hidrolizarse a temperaturas superiores a 58°C para reducir el peso molecular antes de que la biodegradación comience. Por tanto, no es compostable en las condiciones típicas. En condiciones normales de uso y almacenamiento es un plástico bastante estable.

### Potencial de sustitución a otros polímeros convencionales

<p><b>PLA (Natureworks/Hycail) tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales</b></p>	PEAD
	PEBD
	PP
	PS
	PUR
	PA
	PET
	PBT
	ABS, HIPS, PMMA
<p>Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total                  La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material</p>	

## 2.1.3 POLIÉSTERES PROCEDENTES DE MONÓMEROS OBTENIDOS DE RECURSOS RENOVABLES

Algunos poliésteres pueden producirse a partir de recursos renovables. Estos poliésteres se fabrican a partir de un diol y uno o más ácidos dicarboxílicos. Los dioles utilizados son el 1,3-propanodiol (PDO) o el 1,4-butanodiol (BDO) que en este caso están basados en recursos renovables. El diácido puede también estar basado en recursos renovables (ácido succínico o adipico) o proceder de la industria petroquímica (ácido tereftálico o tereftalato de dimetilo (DMT))

En la siguiente figura se resumen los principales polímeros de este grupo de materiales.

**Figura 4:** Principales poliésteres de origen renovable

Polímero	Monómeros de recursos renovables		Monómero Petroquímicos
<b>PTT</b>	PDO		PTA/DMT
<b>PBT</b>	BDO		PTA/DMT
<b>PBS</b>	BDO	Ácido Succínico	
PBSA (*)	BDO	Ácido Succínico/Ac. Adipídico	
PBST	BDO	Ácido Succínico	PTA/DMT
PBAT	BDO	Ácido Adipídico	PTA/DMT

Las siglas hacen referencia a los siguientes materiales (Ver anexo):

- PTT: Politrimetilen Tereftalato
- PBT: Polibutilen Tereftalato
- PBS: Polibutilen Succinato
- PBSA: Polibutilen Succinato Adipato
- PBST: Polibutilen Succinato Tereftalato
- PBAT: Polibutilen Adipato Tereftalato
- PDP: Propano diol
- BDO: Butanodiol
- PTA: Ácido Tereftálico
- DMT: Dimetil Tereftalato

Es importante destacar que desde el punto de vista comercial, dentro de los poliésteres de origen parcialmente renovables tienen más interés los 3 tipos señalados en negrita, cuyas características principales se resumen a continuación. No obstante, el resto de los poliésteres tiene un uso importante como modificador de la procesabilidad y ciertas propiedades en mezclas con almidón y PLA.

### PTT (Politrimetilen Tereftalato)

Se trata de un poliéster aromático lineal producido por la policondensación del PDO con el DMT. Tradicionalmente, el diol y el diácido utilizados para su fabricación procedían de la industria petroquímica, pero en 2004 DuPont llegó a un acuerdo con TATE & LYLE para producir el 1,3 propano-diol, por fermentación de maíz.

La obtención de PDO por fermentación incluye dos pasos: la fermentación de glucosa a glicerol mediante levaduras y la fermentación de este glicerol a PDO mediante bacterias. El PTT puede producirse por trans-esterificación de DMT con PDO, o mediante esterificación del ácido tereftálico purificado con PDO. El proceso de polimerización puede ser continuo, similar al de producción de PET.

### Propiedades generales

El PTT combina la rigidez, resistencia mecánica y resistencia a la temperatura del PET, pero tienen una mejor procesabilidad, ya que requiere menores temperaturas en molde y cristaliza más rápido que el PET. El PTT se colorea fácilmente, por eso se utiliza en aplicaciones de fibras. Otras

propiedades interesantes para esta aplicación son:

- No generan carga estática.
- Temperatura de transición vítrea: (45-75°C).
- Buena resistencia al UV.

### Potencial de sustitución a otros polímeros convencionales

<b>PTT</b> tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales	<b>PBT</b>
	<b>PC</b>
<b>PTT</b> tiene un potencial de sustitución total de los siguientes materiales	<b>PA</b>
	<b>PS</b>
	<b>PET</b>
Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material	

### Aplicaciones principales:

Fibras (textiles) y films de envase.

### PBT (Polibutilen Tereftalato)

Es un poliéster aromático lineal producido por la trans-esterificación y policondensación del DMT con 1,4-butanodiol. Puede producirse a partir de monómeros basados en recursos naturales; sin embargo, a pesar de los numerosos estudios llevados a cabo, todavía no existen procesos económicamente viables para la síntesis de BDO a partir de los mismos.

Los procesos convencionales para sintetizar BDO emplean materias primas petroquímicas.

### Propiedades generales

El PBT es un poliéster semicristalino, similar en su composición y propiedades al PET y al PTT. La cristalinidad le confiere buena resistencia termomecánica y resistencia química. Estas propiedades son algo inferiores a las del PET, es un material más blando, pero su resistencia al impacto es superior y su resistencia química similar.

### Potencial de sustitución a otros polímeros convencionales

<b>PBT</b> tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales	<b>PBT convencional</b>
	<b>PC (mayor potencialidad que el PTT)</b>
	<b>PA</b>
	<b>PET</b>
Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material	

## PBS (Polibutilen Succinato)

Es un poliéster alifático biodegradable con propiedades similares al PET. El PBS se produce normalmente mediante polimerización por condensación de ácido succínico y BDO. El ácido succínico puede también producirse mediante fermentación a partir de carbohidratos.

### Propiedades generales

Tiene un densidad similar al PLA (1.25), mientras que su punto de fusión es mucho más alto que el PLA aunque inferior al del PHBV y una temperatura de transición muy baja. Sus propiedades mecánicas son excelentes y puede procesarse mediante técnicas convencionales utilizando equipamiento para poliolefinas en el intervalo de temperatura de 160-200°C. Sin embargo tiene buenas propiedades mecánicas y buena procesabilidad. Su estabilidad térmica ronda la de otros poliésteres alifáticos (200°C).

### Procesabilidad

Puede procesarse en equipos convencionales para poliolefinas en un rango de 160-200°C. Se puede procesar por:

- Inyección.
- Moldeo por soplado.
- Extrusión.

### Potencial de sustitución a otros polímeros convencionales

PBS tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales	PBT convencional
	PP
	PE (en algunas aplicaciones)
	PLA
Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material	

## 2.1.4 POLÍMEROS DERIVADOS DE LA CELULOSA

Los polímeros basados en celulosa se producen mediante modificación química de la celulosa natural. Los principales representantes son:

- Celofán.
- Acetato de celulosa.
- Éster de celulosa.
- Celulosa regenerada (fibras).
- Otros materiales compuestos derivados de la celulosa.
- Celulosa Bacteriana.

Las fibras de algodón y madera son las materias primas principales para la producción industrial de celulosa. En el algodón, la celulosa está disponible en su forma prácticamente pura; por el contrario, en la madera está presente junto con lignina y otros polisacáridos (hemicelulosas) de los cuales debe aislarse y purificarse. Aparte de las plantas, ciertas bacterias, algas y hongos producen celulosa.

La celulosa es un polisacárido complejo con morfología cristalina, una hexosa que por hidrólisis produce glucosa, aunque es más resistente a la hidrólisis que el almidón.

Los polímeros de celulosa desde el punto de vista del mercado, se consideran tecnologías maduras desde hace décadas, a excepción del caso de la celulosa bacteriana producida a partir de la fermentación de azúcares por medio de las bacterias del vinagre. Se trata de un tipo de celulosa más pura que ha sido obtenida de fuentes vegetales ya que no contienen ni hemicelulosa ni lignina. No obstante tienen un peso molecular más bajo que la celulosa obtenida de fuentes vegetales. Tiene sin embargo una potencialidad interesante por sus propiedades mecánicas, acústicas y biocompatibles.

## 2.1.5 POLIURETANOS (PUR)

Los PUR se fabrican por la reacción de un poliol y un isocianato. Mientras que el isocianato siempre tiene origen petroquímico, para algunas aplicaciones el poliol puede proceder de fuentes renovables. Así, se pueden obtener polioles a partir de aceites vegetales como ricino, colza, soja y girasol. También los polioles-poliésteres pueden proceder de materias primas renovables. Los PURs basados en polioles naturales tienen un precio muy superior a los convencionales, además en el caso de determinados productos comerciales, sólo se recomienda la sustitución parcial del poliol. No obstante, ciertas aplicaciones a nivel de recubrimientos de madera, ofrecen buenas perspectivas en relación a que los productos obtenidos ofrecen una sinergia en propiedades de un PUR convencionales de base poliéster y otro de base poliéter.

## 2.1.6 POLIAMIDAS (PA)

Existen rutas para la producción de poliamidas en las que se utilizan compuestos intermedios producidos a partir de recursos renovables, en concreto para el nailon 66, nailon 69 y nailon 6. Sin embargo, estas tecnologías todavía no se utilizan comercialmente debido a los altos costes de producción de los compuestos intermedios a partir de recursos renovables en comparación con su obtención a partir de productos petroquímicos.

La poliamida 66 se fabrica por policondensación de hexametildiamina con ácido adípico. El ácido adípico es sintetizado normalmente a partir de benceno, pero también se puede sintetizar por vía biotecnológica a partir de glucosa.

La poliamida 69 se fabrica por policondensación de hexametildiamina con ácido nonanodioico (azelaico), que a su vez se obtiene por síntesis química a partir del ácido oleico que puede encontrarse en la mayoría de grasas animales y vegetales.

La poliamida 6 se produce mediante la polimerización por apertura de anillo de la caprolactama, la cual puede obtenerse por fermentación de glucosa y de otros azúcares fermentables.

## 2.2 POLÍMEROS BIODEGRADABLES SINTÉTICOS (NO PROCEDENTES DE FUENTES RENOVABLES)

Dentro de esta categoría los poliésteres son los que ofrecen más posibilidades de biodegradarse debido a su tendencia a hidrolizarse. Desde el punto de vista estructural, los poliésteres se dividen en dos categorías principales: alifáticos y aromáticos.

Los poliésteres alifáticos, tales como la policaprolactona (PCL) o el poli-adipato de butilenglicol (PBA), son biodegradables. Sin embargo, sus puntos de fusión en torno a 60° C los excluye de muchas de aplicaciones. Por el contrario, los poliésteres aromáticos más comunes, tales como el politereftalato de etilenglicol (PET) y el politereftalato de butilenglicol (PBT), presentan altos puntos de fusión pero no son biodegradables.

### 2.2.1 POLIÉSTERES ALIFÁTICOS

#### PBS (Polibutilen Succinato) y PBSA (Polibutilen Succinato Adipato)

Se obtienen por combinación de dioles (1,2-etanodiol o 1,3-propanodiol o 1,4-butanodiol, con ácidos dicarboxílicos (ácidos adípico, sebácico o succínico). Las propiedades de estos copoliésteres dependen de su estructura, como por ejemplo la combinación de dioles y diácidos usada.

#### PCL (Policaprolactona)

La PCL es otro poliéster alifático producido por la polimerización por apertura de anillo de  $\epsilon$ -caprolactona. Se trata de un polímero cristalino con punto de fusión de 58-60°C, temperatura de transición vítrea de -60°C, baja viscosidad, fácil procesabilidad y bioabsorbible.

#### PGA (Poliácido glicólico)

Es el poliéster alifático lineal más simple. El PGA es muy cristalino (45-55% de cristalinidad), tiene un alto punto de fusión (220-225°C) y una temperatura de transición vítrea de 35-40°C.

### 2.2.2 POLIÉSTERES ALIFÁTICOS AROMÁTICOS

Habitualmente son copoliésteres de ácido tereftálico, ácido adípico y 1,4-butano-diol con contenidos variables en ácido tereftálico, en el que cada fabricante tiene su propia formulación y marca registrada que muestran características y propiedades diferentes.

## 2.2.3 POLIÉSTER-AMIDAS

Para la síntesis de estos biopolímeros se utilizaron como materiales de partida PCL y diferentes nylons comerciales obteniéndose:

- Polidepsipéptidos.
- Poliéster-amidas basadas en nailon y poliésteres comerciales.
- Poliéster-amidas derivadas de carbohidratos.
- Poliéster-amidas derivadas de  $\alpha$ -aminoácidos.

## 2.3 BIOPLÁSTICOS SINTETIZADOS POR VÍA BIOTECNOLÓGICA

En este apartado se resumen únicamente los principales polímeros de base tecnológica. A este respecto, todos los organismos vivos son capaces de sintetizar una enorme variedad de polímeros, que pueden ser clasificados hasta en 8 clases principales, pero que debido a su estructura y propiedades, en la mayoría de los casos no pueden clasificarse como Bioplásticos. El más representativo de todos es:

### 2.3.1 POLIHIDROXIALCANOATOS (PHA)

Los PHA son poliésteres sintetizados por ciertas bacterias constituidos por unidades repetitivas de diversos hidroxiácidos o mezclas de ellos. Al igual que el PLA, los PHA son poliésteres alifáticos producidos mediante fermentación de materias primas renovables. Sin embargo, mientras que la producción de PLA es un proceso en dos etapas (fermentación para obtener el monómero, seguida de un paso convencional de polimerización química), los PHA son producidos directamente mediante fermentación de una fuente de carbono por parte del microorganismo.

Los principales biopolímeros de la familia de los PHA son los siguientes:

- Poli 3-hidroxitirato (PHB): Homopolímero cuyo monómero contiene un radical metilo.
- Poli 3-hidroxi valerato (PHV): Homopolímero cuyo monómero contiene un radical etilo.
- Poli 3-hidroxitirato-co-3-hidroxi valerato (PHBV): Copolímero.
- Poli 3-hidroxitirato-co-3-hidroxi hexanoato (PHBHx): Copolímero en el que el 3-hidroxi hexanoato presentan un grupo propilo.

El tipo de polímero producido depende fundamentalmente de la cepa bacteriana utilizada y del sustrato o mezcla de sustratos suministrados a las células para su crecimiento y producción.

### Propiedades generales

Todos los PHA comparten ciertas propiedades recomendables para determinadas aplicaciones y que los hacen interesantes para la industria. Así, son compuestos termoplásticos y/o elastómeros que pueden procesarse con los equipos actualmente usados en la industria de la fabricación

de plásticos, son insolubles en agua. Presentan un considerable grado de polimerización, son compuestos puros en relación a su estructura enantiómera y constituidos generalmente por un solo estereoisómero R, no son tóxicos, son biocompatibles, presentan propiedades piezoeléctricas, pueden obtenerse a partir de materias primas renovables o incluso CO<sub>2</sub> (si se obtienen a partir de plantas) y son todos biodegradables.

A pesar de las evidentes ventajas de los PHA frente a los plásticos derivados del petróleo, su uso actual está muy limitado debido a su alto coste de producción. Sin embargo, la continua subida de los precios del petróleo y la disminución de las reservas, junto con las posibles mejoras en los procesos de obtención posibilitarán que en un futuro próximo estos bioplásticos puedan ser una alternativa real a los plásticos derivados del petróleo.

## Potencial de sustitución a otros polímeros convencionales

<b>PHA tiene un potencial de sustitución parcial de los siguientes materiales</b>	PEAD
	PP
	PVC
	ABS
Escala de potencialidad: no sustituto/sustitución parcial/sustitución total La potencialidad de sustitución es teórica no considera aspectos como el precio del material	

**3.**

# **Situación de los bioplásticos en Europa**

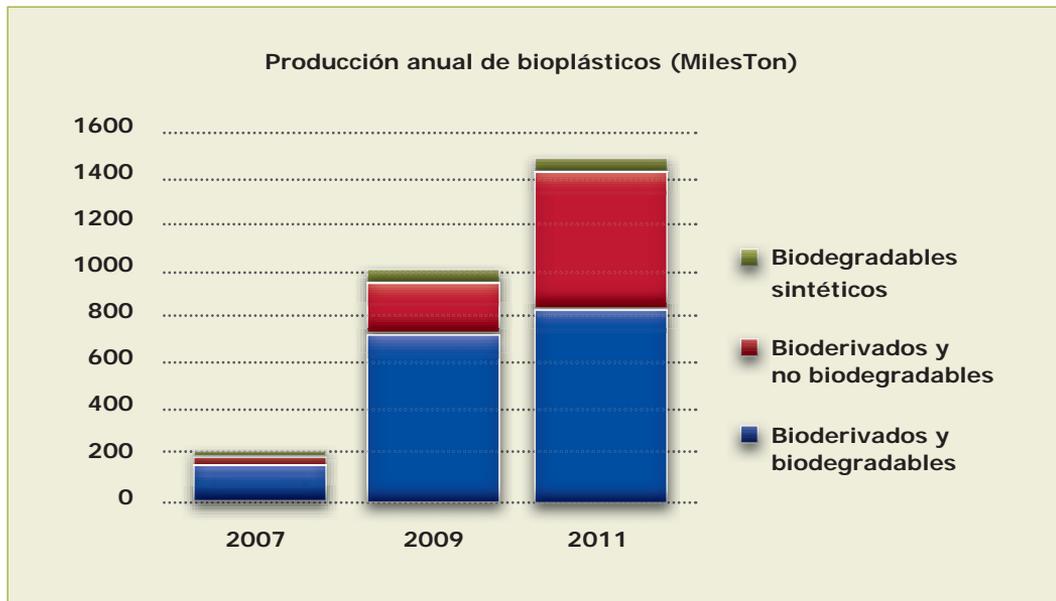
### 3. SITUACIÓN DE LOS BIOPLÁSTICOS EN EUROPA

La Asociación Europea de Bioplásticos (European Bioplastic) estima que existe un potencial de crecimiento para llegar al 10% en el mercado europeo (4 millones de Tm/año) partiendo del hecho que actualmente cerca del 10% del consumo total del plástico estándar es reemplazado por bioplásticos lo que para el año 2008 representó una producción de aproximadamente 600.000 Tm. El crecimiento de la producción de bioplásticos en los últimos 5 años, es sin duda una respuesta a las necesidades de mercado y al alto precio del petróleo y su futuro agotamiento.

En el caso de España, se consumen aproximadamente 4,1 millones de Toneladas al año de plásticos estándar, lo cual supone un compromiso grande no solo económico sino también medioambiental. Por este motivo, existe una tendencia legislativa a limitar el consumo de ciertos productos plásticos, como supuesta solución a un problema generado por el mal uso de estos materiales. En un entorno como este, el crecimiento del mercado de los bioplásticos apunta una tendencia creciente de forma exponencial con unas previsiones de aumento del 75% de la producción para el año 2011.

Actualmente no existen empresas españolas fabricantes de bioplásticos por lo que el 90% del mercado europeo se encuentra dominado por empresas como Novamont, NatureWorks, BASF y Rodengurg Biopolymers. Una buena parte de las aplicaciones son en el sector agrícola y envase y embalaje (bolsas de basura, tipo camiseta, redes de embalaje de artículos hortofrutícolas) o en aplicaciones emergentes en el sector textil.

**Figura 5:** Producción anual de Bioplásticos



Fuente: ANAIP

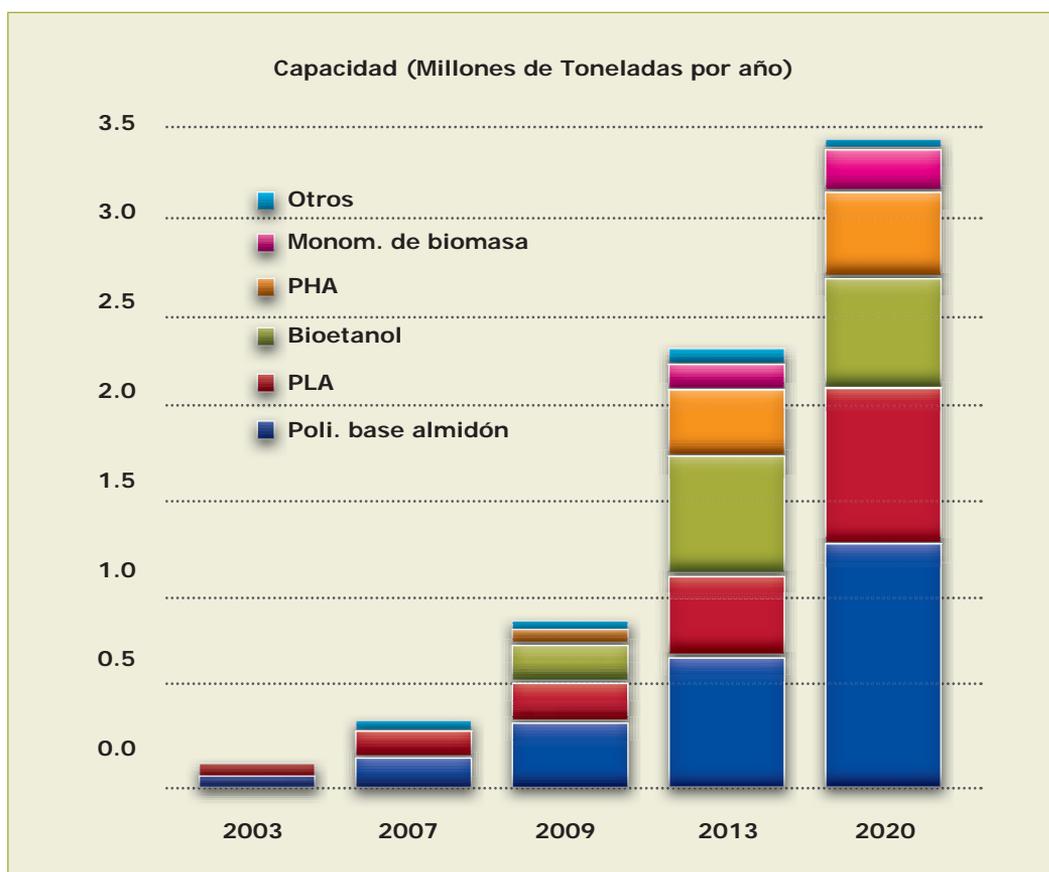
En un reciente estudio (2009) realizado para la CE y publicado por la Asociación Europea de Bioplásticos, la Universidad de Utrecht y la Red Europea de Excelencia en Polisacáridos (EPNOE), se estima que hasta un 90% del consumo actual de polímeros procedentes de fuentes fósiles, pueden ser técnicamente obtenidos a partir de fuentes renovables. Según este estudio, los bioplásticos no van a sustituir a los polímeros obtenidos a partir del petróleo en un futuro inmediato

por varias razones entre las que cabe citar:

- Precio moderado del petróleo.
- Altos precios de producción de los bioplásticos.
- Limitada capacidad de producción actuales.

Sin embargo, en base a los anuncios recientes de determinadas compañías fabricantes de bioplásticos sobre las nuevas proyecciones de crecimiento en su capacidad de producción, se acercan a un 37% de crecimiento anual, pasando desde las 360.000 Ton (2007) hasta un total de 2.3 millones de Toneladas en el año 2013. No obstante, estas positivas previsiones de crecimiento, pueden verse ralentizadas por el efecto de la crisis económica. En la Figura 6 que se muestra a continuación se destacan por materiales cuáles son las previsiones de crecimiento a nivel del mercado global.

**Figura 6:** Previsiones de crecimiento del mercado de los bioplásticos



Fuente: Informe PRO-BIP (2009)

El estudio ha cubierto aspectos relacionados con propiedades capacidad de sustitución y precios de los distintos grupo de materiales, confirmándose que desde el año 2005 el grado de innovación tecnológica ha sido muy significativo, destacándose los siguientes factores que han

marcado el incremento de la demanda:

- Desarrollo de nuevas aplicaciones y procesos.
- Beneficios medioambientales.
- Escasez de petróleo.

### 3.1 MERCADO DE LOS BIOPLÁSTICOS EN EUROPA

En la actualidad los bioplásticos disponibles a nivel comercial cubren aproximadamente un 5-10% del mercado actual de los materiales plásticos. Adicionalmente deben considerarse aplicaciones específicas de estos materiales como son los productos basados en film compostables y en general su potencial técnico de aplicación está casi en los estadios iniciales.

Los Bioplásticos se utilizan hoy en día en muchos países del ámbito europeo, en los cuales se aprecia un incremento en la demanda por parte de los consumidores. El número de empresas que producen, procesan o utilizan este tipo de materiales están en constante crecimiento. Sin embargo, es importante destacar que bajo el paraguas de la Asociación Europea de Bioplásticos, se ha creado una red de Asociaciones en aquellos países de la Unión Europea que destacan por su dinamismo en este sector:

- Bélgica (Belgian Biopackaging).
- Alemania (European Bioplastics).
- Reino Unido (UK Compostable Packaging Working Group).
- Francia (Club Bioplastique).
- Holanda (Velangenvereniging).

El desarrollo del mercado en la Comunidad Europea se traslada a distintos niveles en cada uno de los estados miembros. A continuación, se muestran ejemplos de las principales aplicaciones e iniciativas que se han llevado a la práctica en aquellos países europeos más activos en el fomento de los Bioplásticos:

**Figura 7:** Aplicaciones de los Bioplásticos

País	Aplicaciones /Iniciativas
Alemania	<p><b>Mercado en crecimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolsas de basura orgánica</li> <li>• Films de acolchado</li> <li>• Envase y embalaje: (mercados incipientes en frutas y vegetales, productos de higiene o bolsas de supermercado)</li> </ul> <p><b>Iniciativas de fomento de los mercados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nueva legislación en Envase y Embalaje</li> <li>• Apoyo a nivel de políticas internas</li> <li>• Medidas de apoyo a la I +D+I</li> </ul>

País	Aplicaciones /Iniciativas
Austria	<p><b>Mercado representativos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadenas de supermercados como Spar, Billa y ADEG han introducido los bioplásticos recientemente</li> <li>• Film agrícolas</li> <li>• Envase de alimentos</li> <li>• Bolsas de compra</li> </ul> <p><b>Iniciativas de fomento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campañas para el fomento del uso de bioplásticos</li> <li>• Políticas de apoyo (todas la bolsas biodegradables desde el 2010)</li> </ul>
Reino Unido	<p><b>Mercado representativos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pioneros en cuanto al uso de Bioplásticos por cadenas de supermercados (Ej Sainsbury´s en 2001)</li> </ul> <p><b>Iniciativas de fomento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran aceptación de los consumidores</li> <li>• Menor tasa de reciclaje para envases biodegradables</li> <li>• Creación de grupos de trabajo y organismos certificadores en 2003</li> </ul>
Holanda	<p><b>Mercado representativos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Envase y Embalaje</li> </ul> <p><b>Iniciativas de fomento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidades para la certificación de productos biodegradables</li> <li>• Acuerdos con los municipios para la certificación</li> <li>• Soporte legislativo</li> </ul>
Italia	<p><b>Mercado representativos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bolsas de compra y de basura</li> <li>• Envasado de alimentos delicatessen</li> <li>• Film agrícolas</li> </ul>

En el apartado de anexos se muestran de forma más específica distintas aplicaciones de los principales bioplásticos en distintos sectores de interés.

### 3.2 PRINCIPALES PROVEEDORES DE BIOPLÁSTICOS

En este apartado se incluye un listado de los principales proveedores de bioplásticos que hay en el mercado destacándose de forma más desarrollada aquellos polímeros con mayor implantación a nivel comercial.

- **ESTERES DE CELULOSA**

- Albis Plastics
- MAZZUCHELLI
- FKUR

- **POLIHIDROXIBUTIRATO**

- BIOMER
- METABOLIX (MIREL)
- MONSANTO
- PROCTER AND GAMBLE
- TIANA biological materials
- GOODFELLOW
- KANEKA

- **POLICAPROLACTONAS**

- DOW CHEMICAL
- POLYFEA
- SOLVAY

- **ÁCIDO POLILÁCTICO Y COMPUESTOS**

- BASF
- BIOPERALS
- FKUR
- KARELINE NATURAL COMPO-SITES
- HYCAIL
- MITSUI TOATSU CHE-MICAL
- NATUREWORKS
- NATUREPLAST
- UNITIKA

- **OTROS POLIÉSTERES**

- ARKEMA
- MITSUI CHEMICAL
- BASF
- DuPONT
- IRE CHEMICAL Ltd
- SHOWA DENKO

- **DERIVADOS DEL ALMIDÓN**

- NOVAMONT
- BIOGRADE
- BIOTEC GmbH
- CRACE BIOTECH Corp.
- FKUR
- IGV
- PLANTIC
- RODENBURG BIOPOLYMERS
- VEGEPLAST
- VENTURA
- CEREPLAST

- **OTROS BIOPOLÍMEROS**

- AUSTEL
- BORREGARD
- LIMOGRAIN
- PE DESIGN ENGINEERING NV
- TECNARO

4.

**Aspectos  
medio-  
ambientales  
de los  
bioplásticos**

## 4. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LOS BIOPLÁSTICOS

Los plásticos en general, por su ligereza, facilitan un uso eficiente de los recursos energéticos durante su fabricación, transporte y posterior aplicación. Al final de su vida útil pueden reciclarse o valorizarse energéticamente.

Los bioplásticos aportan una ventaja adicional derivada de la utilización de fuentes renovables para su fabricación. No obstante, desde un punto de vista global, esto no supone una ventaja en todos los casos frente a los plásticos convencionales. Los estudios de análisis de ciclo de vida realizados muestran mayoritariamente un efecto positivo en el uso de los bioplásticos cuando se valoran dos impactos medioambientales en concreto como son:

- Consumo de fuentes fósiles.
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

El uso de recursos agrícolas permite a su vez la posibilidad de realizar una gestión de los residuos denominada de ciclo cerrado (de la biomasa a la biomasa). No obstante, las bondades de utilizar este tipo de gestión deberían probarse caso por caso de acuerdo a criterios de evaluación establecidos mediante estudios de ACV (Análisis de Ciclo de Vida) normalizados.

Asimismo, en países con muchas zonas de suelo árido, la posibilidad de compostaje que ofrecen los bioplásticos, supone que el compost obtenido se pueda utilizar como fertilizante, mejorando así la calidad del suelo. No obstante, que un material sea biodegradable implica que se den una serie de condiciones (humedad, temperatura, presencia de microorganismo...), lo cual hace impensable que los bioplásticos puedan ser vertidos de forma descontrolada.

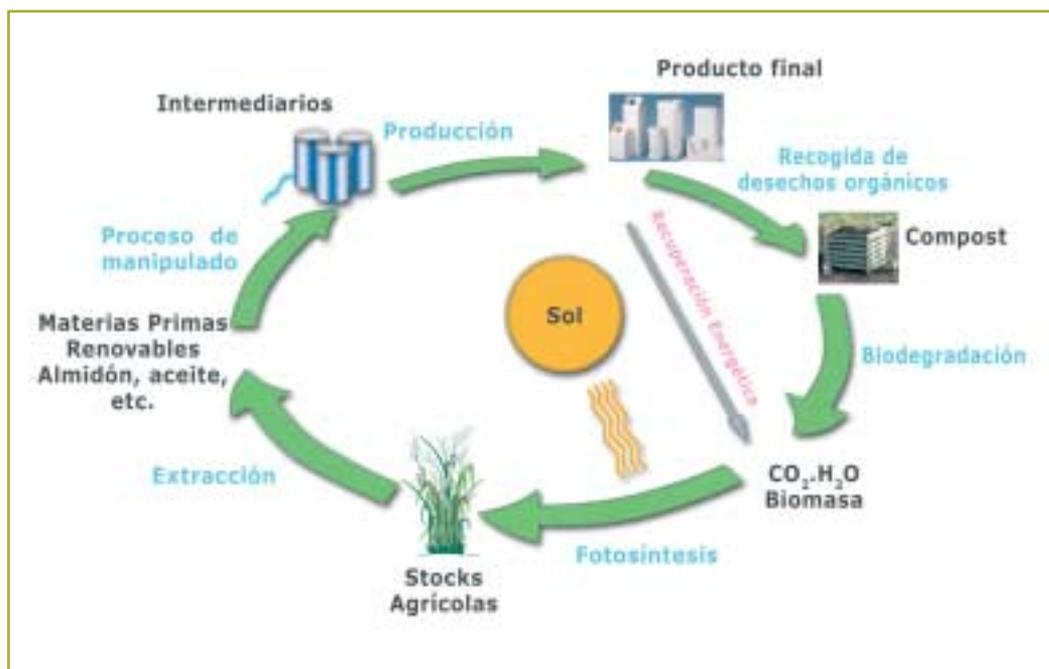


### 4.1 BIOPLÁSTICOS Y SOSTENIBILIDAD

El principio de desarrollo sostenible y la prohibición del vertido en Europa, suponen la paulatina introducción de un modelo económico de ciclo cerrado en la Unión Europea. Los productos tienen que fabricarse con un criterio de conservación de los recursos utilizados, los cuales deben ser recuperados después de su uso si no es posible su conservación. Por tanto, el vertido de los productos tras su ciclo de vida no está permitido en el marco europeo. No obstante, la producción de residuos se produce ya en las etapas de fabricación de un producto, con lo cual si se aplican criterios conservacionistas de los recursos, el coste asociado a la gestión de residuos disminuirá y en consecuencia los gastos totales de fabricación.

Este modelo de sostenibilidad se aplica a los bioplásticos considerando además que el compostaje es el método más eficiente de aprovechamiento de los recursos renovables, tal y como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 8:** Esquema del ciclo de vida de un bioplástico



El uso de fuentes renovables, o su capacidad de biodegradarse o comportarse, dan lugar a las siguientes cifras:

- Anualmente se producen 100 billones de toneladas de biomasa a partir de las plantas utilizando la luz solar y la fotosíntesis.
- La misma cantidad se biodegrada en forma de materias primas originales, dióxido de carbono y agua junto con una pequeña cantidad de biomasa y minerales.

Los bioplásticos podrían imitar dicho modelo lo que contribuiría a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y a la conservación de recursos para futuras generaciones. Así según su contenido en materias primas renovables, los bioplásticos suponen un ahorro de entre un 30 y un 80% en emisiones de CO<sub>2</sub> frente a los plásticos convencionales

Esta reducción de emisiones es especialmente significativa si se considera que el consumo global de plásticos es de 250 millones de toneladas y con un crecimiento anual estimado de un 5%. Esto supone el campo más importante para el consumo de petróleo después del sector energético y el transporte. Este 5% de consumo de petróleo da una idea de la gran dependencia que la industria actual del plástico tiene de esta fuente fósil. Por este motivo, la utilización de materias primas alternativas al petróleo se ha convertido en un elemento de presión necesario en un sector que sólo a nivel europeo representa 200 billones de Euros.

## 4.2 EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE LOS BIOPLÁSTICOS

La evaluación del impacto medioambiental asociado a los productos y procesos requiere la utilización de criterios objetivos normalizados. Los estudios de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) realizados conforme a los estándares ISO 14040, constituyen una metodología contrastada para evaluar el impacto de los productos en el Medio Ambiente, ya que consideran todas las etapas de ciclo de vida: desde la fabricación a la disposición final del residuo pasando por todas las etapas de uso.

Los bioplásticos están basados en diferentes materias primas, se producen y procesan utilizando distintas tecnologías y se fabrican con ellos aplicaciones muy diferentes sujetas a escenarios muy diferenciados de valorización como residuos. En consecuencia, los resultados de un ACV son complejos de interpretar de un modo generalista, lo que significa que no pueden extraerse conclusiones simples aplicables a todos los casos. Por este motivo, la evaluación del impacto medioambiental asociado a los bioplásticos debe realizarse caso por caso con objeto de establecer los correctos límites del sistema y garantizar la correcta aplicación de los criterios de equivalencia a la hora de comparar unidades funcionales.

En el caso de los bioplásticos es esperable que en un estudio de ACV, el consumo de fuentes renovables tenga un efecto positivo en el consumo de energía y en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Estudios publicados muestran una mejora en estos impactos de un 20% frente a los plásticos convencionales.

## 4.3 OPCIONES DE REVALORIZACIÓN DE LOS BIOPLÁSTICOS

Aunque estos materiales se diseñan bajo el prisma de un sistema de gestión de ciclo cerrado, los bioplásticos, en la mayoría de los casos, pueden ser recuperados y reciclados como los plásticos convencionales: valorización térmica, reciclado químico y reciclado mecánico. Sin embargo, al contrario que los plásticos convencionales, pueden ser reciclados orgánicamente mediante compostaje probando así el cumplimiento de los criterios establecidos por la norma EN 13432.

El compostaje es un método de recuperación especialmente apropiado en aplicaciones de films de acolchado, bolsas de residuos orgánicos y artículos de jardinería entre otras. En este tipo de aplicaciones, la biodegradabilidad representa un valor añadido. Los envases de alimentos de corto tiempo de duración también son una opción interesante para ser compostados. De esta forma, el envase de bioplásticos contaminado con residuos orgánicos puede ser recuperado sin necesidad de otras operaciones de tratamiento. No obstante, la ecoeficiencia de este proceso de recuperación depende de las infraestructuras de recogida de residuos que estén implantadas a nivel local o regional.

Comparando el compostaje con otras opciones de recuperación, se puede resumir que,

- Reciclado orgánico. El compost resultante puede utilizarse para mejorar la calidad del suelo y evitar el uso de fertilizantes.
- Reciclado químico. Puede ser una opción interesante en biopolímeros como el PLA o los PHA. Mediante tratamiento químico las cadenas que constituyen estos biopolímeros pueden ser de-polimerizadas dando lugar a los monómeros que pueden ser purificados y polimerizados de nuevo. Este método requiere que existan suficientes cantidades de estos biopolímeros separados de forma selectiva.

Muchos tipos de bioplásticos pueden ser compostados. Así las enzimas de las bacterias y los hongos son capaces de "digerir" las cadenas que forman la estructura de estos biopolímeros como si se tratara de una fuente de nutrientes. El producto resultante es principalmente agua y  $\text{CO}_2$  junto con una pequeña cantidad de biomasa y minerales. Dependiendo del tipo de enlaces químicos que conformen la cadena polimérica, el tiempo de degradación será mayor o menor.

La velocidad de biodegradación depende de:

- Temperatura (50-70°C para operaciones típicas de compostaje industrial).
- Humedad (debe estar presente en el proceso).
- El tipo y número de microorganismos.

Los criterios de la norma EN 13432 marcan que para que un producto pueda ser certificado como compostable debe convertirse en  $\text{CO}_2$ , agua y biomasa en un período de 6-12 semanas.

**5.**

# **Certificación y normativa**

## 5. CERTIFICACIÓN Y NORMATIVA

### Proceso de certificación de los bioplásticos. Normativa aplicable

Desde que a finales de los años 80 se introdujo el término “plástico biodegradable” se vio la necesidad de crear un sistema de verificación de aquellos materiales que salían al mercado con la etiqueta de “biodegradable” o “compostable” o asociado a un material plástico.

Los bioplásticos se diferencian de los plásticos convencionales en dos rasgos importantes:

- El uso de materias primas renovables para su fabricación.
- Su biodegradabilidad / compostabilidad.

Para la primera de las características no existen criterios normalizados para su evaluación. Por lo tanto, el porcentaje de recursos renovables que ha de tener un producto plástico para poder ser considerado un bioplástico queda a criterio individual. No existe norma alguna para otorgar dicha calificación, sin embargo si existen métodos científicos para determinar el “carbono renovable” de un determinado producto.

Se han desarrollado métodos científicos para determinar cuantitativamente la biodegradabilidad y la compostabilidad de los plásticos. La norma europea EN 13432 / EN 14995 fue introducida en Europa en el año 2000. Considerada como normativa armonizada es válida para todos los estados miembros de la UE.

### 5.1 ÁMBITO DE LOS ENSAYOS BAJO LAS NORMAS EN 13432 / EN 14995

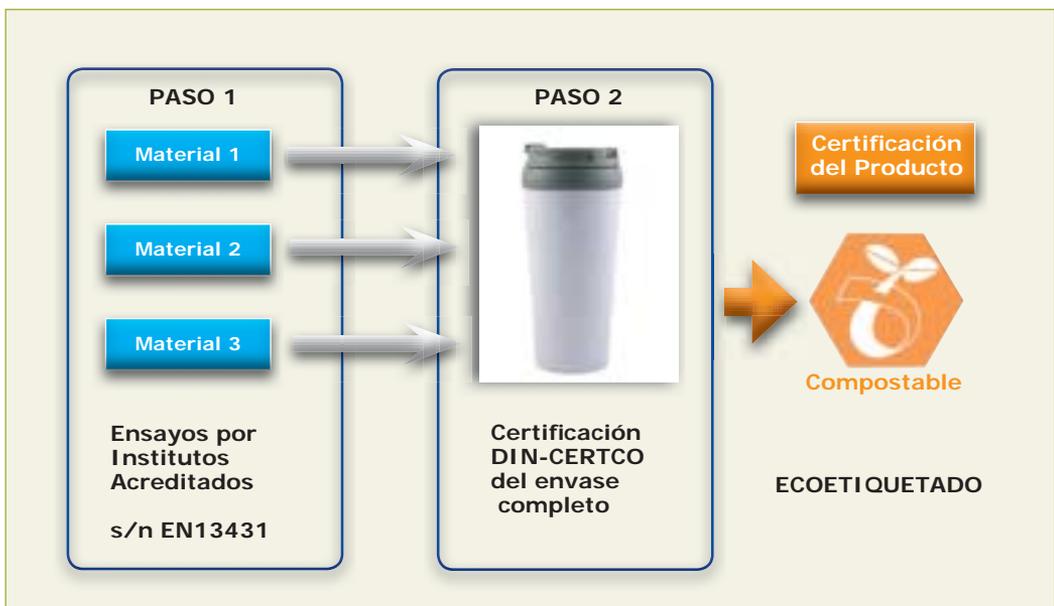
- Ensayos químicos: determinación de todos los constituyentes, adjuntándose asimismo los valores límite para metales pesados.
- Biodegradabilidad en medio húmedo (consumo de oxígeno y producción de CO<sub>2</sub>): ha de comprobarse que al menos el 90% de la materia orgánica se transforma en CO<sub>2</sub> en un plazo de 6 meses.
- Conversión en compost: después de 3 meses de compostaje, y el posterior proceso de cribado a través de un tamiz de 2 mm, no sería aceptable más de un 10% de residuo del total de la masa original.
- Ensayo práctico de compostabilidad en una instalación de compostaje semi-industrial (o industrial). No está permitida ninguna influencia externa que perjudique el proceso de compostaje.
- Aplicación del compost obtenido: estudio de los efectos del compost resultante en el crecimiento de las plantas (ensayo agronómico), ensayo de ecotoxicidad.

El espesor máximo de un plástico se determina mediante su compostabilidad en operaciones de compostaje normalizadas. Todos los ensayos han de llevarse a cabo a partir del mismo material. El éxito en los ensayos de forma individual no es suficiente. Los métodos de ensayo de las normas EN están basados en las definiciones reflejadas en las normas ISO 14851 (biodegradabilidad aeróbica final de los materiales plásticos en medio acuoso) e ISO 14852 (degradabilidad aeróbica en medio acuoso según distinto métodos de ensayo), ISO 14853 (degradabilidad anaeróbica en medio acuoso) e ISO 14855 (compostaje aeróbico). Los ensayos han de realizarse en laboratorios homologados.

## 5.2 CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS PLÁSTICOS COMPOSTABLES

La certificación vincula los ensayos normalizados EN 13432 / EN 14995 con el distintivo de calidad que permite la identificación y la correcta gestión de los productos plásticos compostables en los mercados. Garantiza que el producto en cuestión puede ser compostado. La etiqueta de calidad del producto garantiza no sólo que el plástico es compostable sino que también lo son el resto de los componentes del producto, como por ejemplo tintas, etiquetas, adhesivos y – en el caso de envases – residuos de sus contenidos. El distintivo de compostabilidad (llamado “arbolito”) solo puede ser utilizado para productos certificados. La etiqueta al igual que el número de certificación impreso sobre el producto permite identificar al fabricante y la prueba de conformidad. El producto que ha sido sometido a ensayos y aquel que ha sido comercializado deben ser el mismo.

**Figura 9:** Proceso de certificación de un producto compostable



El programa de certificación para los productos plásticos compostables ha sido establecido por expertos relacionados con la gestión de residuos y su reciclado, y con el aseguramiento de la calidad del compost. A continuación, se detalla la relación de los mismos:

- Bundesgütegemeinschaft Kompost (Asociación alemana para el aseguramiento de la calidad del compost).
- Bundesverband der deutschen Entsorgungswirtschaft (Asociación de las industrias de gestión de residuos de Alemania).
- Bundesverband Humus- und Erdenwirtschaft e.V. (Asociación alemana para el aprovechamiento del suelo).
- Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände (Asociación alemana de ciudades y municipios).
- Deutscher Bauernverband (Asociación de agricultores alemanes).

- Industrieverband Kunststoffverpackungen (Asociación del embalaje plástico).
- European Bioplastics (antigua IBAW).

### 5.3 ARMONIZACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN

La Asociación Europea de Bioplásticos promueve el empleo de la certificación de producto y en concreto de un único distintivo de calidad para Europa. Esta asociación colabora con organizaciones líderes en Asia y EE.UU. dentro del marco de la International Compostable Product Certification Network (Red internacional de certificación de productos compostables). Se han firmado convenios de colaboración con BPI (Biodegradable Products Institute, USA), BPS (Biodegradable Plastics Society of Japan, Japón) y BMG (Biodegradable Material Group, China), sobre, por ejemplo, reconocimiento de laboratorios de ensayo y certificaciones. Este acercamiento pretende facilitar el comercio de productos.

### 5.4 ORGANISMOS DE CERTIFICACIÓN EN EUROPA

Los organismos de certificación en Europa más importantes son los siguientes:

País	Organización
Alemania / Suiza	DIN Certco
Reino Unido	UK Composting Association
Holanda	Keurmerkinstituut
Polonia	COBRO

### 5.5 ETIQUETADO

Debido a su similar apariencia, los bioplásticos y los plásticos convencionales no son fáciles de diferenciar a simple vista. La certificación de producto basada en la norma EN 13432 / EN 14995 introdujo una identificación que ha sido reconocida en Europa y en otros países del mundo.

Objetivos y ventajas del etiquetado del producto:

- Permitir la identificación del producto por parte de los consumidores y usuarios.
- Permitir y facilitar una correcta clasificación durante la recogida y la recuperación de los residuos.
- Aseguramiento de la calidad del producto (según el criterio de EN 13432 / EN 14995).

**Figura 10:** Países europeos con certificación DIN Certco

El "arbolito", como marca de compostabilidad, es aceptado y utilizado en Alemania, Suiza, Holanda, Polonia y el Reino Unido. En Austria, se utiliza la etiqueta en proyectos en Linz y St. Pölten. European Bioplastics promueve el uso de la certificación del producto y de una sola identificación para el conjunto de Europa.

La organización Belga VICOTTE está acreditada para realizar los ensayos que certifican si un producto es compostable industrialmente o sirve para compostaje casero (suelo). Además se han acreditado para la realización de los ensayos necesarios para la obtención de la certificación OK BIOBASED. Esta certificación utiliza un rating en base a un sistema de 4 estrellas para indicar el contenido de carbono renovable de un material de envase, de una fibra o de un producto acabado. Esta certificación sirve como indicador de la sostenibilidad de un producto de cara al consumidor en relación a que da una idea del porcentaje real de sustitución de fuentes fósiles.

**Figura 11:** Etiquetas de los distintos grados de compostabilidad de un material según OK Biobased

El proceso de certificación se basa en dos requerimientos principales:

- El contenido en carbono orgánico de un producto debe ser al menos de un 30%.
- El contenido en carbono de un material renovable (biobased) debe ser de al menos un 20%.

El rating de 4 estrellas indica diferentes niveles de contenido en carbono orgánico renovable según los siguientes niveles:

- 1 estrella: 20-40% de carbono biológico.
- 4 estrellas: implica un contenido superior al 80% en carbono procedente de fuentes renovables.

**6.**

**Legislación  
y normativa  
en fomento  
de los  
bioplásticos**

## 6.1 MARCO REGULATORIO

El marco regulatorio – tanto a nivel legislativo como de regulación de mercado – juega en general un importante papel en la innovación. Para lograr una amplia introducción en los mercados por parte de los bioplásticos se requieren las siguientes condiciones:

- Viabilidad económica.
- Adecuación de las características técnicas de los productos con su procesado y aplicación.
- Adecuación al marco regulatorio legislativo.

Este proceso gradual precisa para la realización de las dos primeras condiciones de una considerable inversión en desarrollo tecnológico en planta y en marketing. Además, las perspectivas de mercado deben ser propicias. Un marco regulatorio adecuado acelera este proceso. La legislación pertinente será implementada solamente cuando su necesidad sea realmente percibida. Todo el sector de los combustibles y energías renovables es un buen ejemplo de dicha realidad. El “boom” en este sector ha sido desencadenado por leyes que han acelerado su progreso técnico y comercial, a pesar de un inequívoco mayor coste de producto.

En tiempos más recientes, la fuerza motriz detrás del desarrollo del mercado de los bioplásticos ha sido la importante subida de los precios de los combustibles fósiles. El desarrollo de la tecnología de bioplásticos ha facilitado el establecimiento de nuevas estructuras industriales que pretenden competir con las tradicionales industrias basadas en los combustibles fósiles.

Los plásticos de fuentes renovables han logrado un acceso al mercado sin ninguno de los apoyos mencionados, aunque su cuota de mercado es aún muy pequeña. El proceso de introducción de los bioplásticos en el mercado de una forma significativa llevará años. Las condiciones del marco regulatorio son también necesarias para este prometedor sector. Estas condiciones pueden contribuir de forma significativa a reducir el riesgo en la inversión. Esto no significa solamente ventajas para las empresas implicadas. La sociedad y el medio ambiente también se benefician de muchas formas por la puesta en marcha de estas innovaciones.

En consonancia con este concepto de desarrollo sostenible, la Asociación Europea de Bioplásticos (European Bioplastics) está comprometida en hacer todo lo posible para asegurar que se establezca un marco regulatorio adecuado que facilite la introducción en los mercados de los bioplásticos. En Alemania y Francia, ha entrado en vigor una legislación para acelerar dicha introducción en los mercados.

## 6.2 OPORTUNIDADES PARA UNA AMPLIA INTRODUCCIÓN EN LOS MERCADOS DE LOS BIOPLÁSTICOS

A continuación se citan algunas de las ventajas que implica la introducción de los bioplásticos en el mercado:

- Creación de puestos de trabajo.
- Mantenimiento de empleo en el sector de la industria de los plásticos y en la agricultura en Europa.
- Participación en un mercado internacional en crecimiento de alta tecnología (con oportunidades de exportación).
- Importante contribución al desarrollo sostenible.

- Conservación de las reservas de los combustibles fósiles.
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Nuevos mercados para las materias primas agrícolas.
- Alto valor añadido en comparación con otros productos energéticos.
- Gran potencial de mercado (10% del mercado de los plásticos a medio plazo).

## 6.3 POLÍTICAS ESTRATÉGICAS

Los países de la Unión acordaron en el Tratado de Lisboa que la innovación y un alto grado de competitividad son cuestiones clave para la política de sostenibilidad respaldada desde la Unión Europea. Adicionalmente, se han formulado otros objetivos que se detallan a continuación:

- Pacto de Lisboa: mejora en la competitividad a nivel internacional a través de la innovación, y la creación y mantenimiento del empleo.
- Estrategia Europea sobre Recursos Renovables: aumento del empleo de los recursos renovables y reducción del consumo de los no renovables.
- Estrategia Europea de Reciclado: recuperación de materias primas secundarias, reducción en el consumo de recursos.
- Políticas de Producto integradas a nivel europeo: diseño de los productos con el mayor grado de sostenibilidad– de la cuna a la tumba.
- Estrategia europea de Protección del Clima: reducción de emisiones tóxicas.
- Política Agrícola: reducción de subvenciones, fortalecimiento de la agricultura local.

Una amplia introducción en los mercados ofrece una excelente oportunidad para insuflar vitalidad y éxito en estos importantes objetivos de la política europea. El incremento en el uso de energías renovables en lugar de los combustibles fósiles es el fundamento del desarrollo sostenible. Es imprescindible para los países altamente desarrollados de Europa iniciar políticas de estímulo en sectores tecnológicos con una demanda en el futuro a nivel internacional. El sector de los bioplásticos es precisamente uno de esos sectores.

## 6.4 LEGISLACIÓN

La legislación juega un papel fundamental en el establecimiento de las innovaciones. La política es la responsable de tomar decisiones respecto al marco regulatorio para la introducción en los mercados, ya que esta tiene un efecto directo sobre la planificación, y la seguridad jurídica y de la propia inversión. A menudo, los procesos de innovación experimentan tanto marcos regulatorios inexistentes como marcos inadecuados que actúan como inhibidores del desarrollo y la innovación.

En muchos aspectos, este es el caso de los plásticos compostables. Esta situación es debida principalmente al hecho de que el conocimiento y la información disponible respecto al tema durante el momento en el que se elaboró la legislación eran muy limitadas, con lo que no se pudo

tener en cuenta de forma adecuada las particularidades que presenta el sector. Esto debe ser corregido. El mejor escenario posible es aquel en el que la legislación sea redactada teniendo en cuenta la opinión de los interlocutores industriales implicados, conocedores de los problemas de la tecnología existente y capaces de proponer soluciones a dichos problemas.

European Bioplastics desarrolla los conceptos iniciales para la creación de un marco regulatorio adecuado. Con este fin, la asociación creó y mantiene una red de agentes clave en Europa. Destacan las medidas concretas acerca de los bioplásticos y sus productos derivados en dos países europeos:

- **Alemania:** Existe un reglamento provisional bajo la directiva del envase alemán en vigor desde junio de 2005. Bajo esta regulación, los embalajes compostables quedarán exentos de los requerimientos de § 6 de la Directiva. Esto abrirá todas las vías de reciclado sin la obligación de los requerimientos del sistema de recogida y reciclado de los envases plásticos hasta final de 2012.
- **Francia:** Desde comienzos de 2006, a partir de una ley para la promoción de la agricultura francesa, está en vigor un reglamento que establece un requerimiento de biodegradabilidad para las bolsas de la compra desechables para el año 2010.

## 6.5 OTRAS LEGISLACIONES NACIONALES EN EL ÁMBITO EUROPEO

Las normativas relativas a la biodegradabilidad de los envases tienen su origen en la Directiva Europea 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. Las normativas nacionales europeas no están desarrolladas de la misma manera en todos los países, y guardan relación con el grado de consumo o de desarrollo industrial que los materiales biodegradables o compostables tienen en cada país. A continuación se describen algunas particularidades que a nivel legislativo o normativo se han ido adoptando en los países de la UE.

- **ITALIA:** Italia ha aprobado una ley que prohíbe las bolsas de plástico no biodegradables a partir de 2010. Dicha ley incluye también la previsión para un impuesto sobre las bolsas de plástico y otro para botellas de plástico de agua mineral o de mesa. Con los ingresos resultantes se financiarán proyectos sobre el acceso universal al agua.
- **FRANCIA:** En Francia, una Ley de 2005 sobre Política Agraria dispone que en 2010 todas las bolsas de plástico debieran ser biodegradables. En junio de 2007, Francia notificó una propuesta a la Comisión Europea sobre el uso del plástico biodegradable para 2010. No obstante, la Comisión ha argumentado que una prohibición sobre las bolsas no biodegradables contraviene la Directiva sobre Envases y Residuos de Envases.
- **ALEMANIA:** En Junio de 2005 se aprobó una regulación interna dependiente de la Directiva Alemana de envase y embalaje por la cual el embalaje compostable estaba exento de pagar la ecotasa o punto verde.

Las bolsas de plásticos de un sólo uso constituyen el ejemplo más significativo de legislación adoptada en apoyo del uso de materiales biodegradables.

**7.**

# **Referencias**

## 7. REFERENCIAS

1. Bastioli, C. "Handbook of biodegradable polymers". Rapra Technology Ltd, 2005.
2. Bastioli, C. " Basics of starch based materials", Bioplastics Magazine Nº 05/ 2009). Pag. 42-45.
3. European Science and Technology Observatory , IPTS. "Techno-economical feasibility of Large-scale production of biobased polymers in Europe". Faunhofer Institute for Systems and Innovation Research, 2007.
4. FEDIT. "Observatorio Industrial del Sector Químico. Bioplásticos". LEIA, 2007.
5. Shen, L., Haufe, J., Martin K. "Product overview and market projection of emerging bio-based plastics" (PROBIP 2009). Group Science, Technology and Society (STS), Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation. Utrecht University, Junio 2009.
6. Thielen, M. "Basics of Biopolymers". Bioplastics Magazine Nº 03/ 2010). Pag. 50-54.
7. Thielen, M. "Basics of Certification". Bioplastics Magazine Nº 02/ 2010). Pag. 42-45.
8. Zepnik, S. et al "Basics of cellulosic". Bioplastics Magazine Nº 01/ 2010). Pag. 44-47.
9. "Evaluating quantity, quality and comparability of biopolymer materials". Bioplastics Magazine Nº 06/ 2009). Pag. 38-41.
10. "PLA bottles- recyclable and compostable" Bioplastics Magazine Nº 04/ 200). Pag. 16-18.
11. BASF, [www.basf.com](http://www.basf.com).
12. European Bioplastics, [www.european-bioplastics.com](http://www.european-bioplastics.com).
13. FKUR, [www.fkur.com](http://www.fkur.com).
14. Innovia Films, [www.innoviafilms.com](http://www.innoviafilms.com).
15. Mirel Bioplastics, [www.mirelplastics.com](http://www.mirelplastics.com).
16. Natureworks, [www.natureworksllc.com](http://www.natureworksllc.com).
17. Novamont, [www.novamont.com](http://www.novamont.com).

**8.**

# **Acrónimos**

## 8. ACRÓNIMOS

ABS: Polímero de acrilonitrilo/butadieno/estireno

BDO: Butanodiol

DMT: Dimetil Tereftalato

HIPS: Poliestireno de alto impacto

LA: Ácido Láctico

PA: Poliamida

PBAT: Polibutilen Adipato Tereftalato

PBS: Polibutilen Succinato

PBSA: Polibutilen Succinato Adipato

PBT: Polibutilen Tereftalato

PBST: Polibutilen Succinato Tereftalato

PCL: Policaprolactona

PDO: 1, 3 propanodiol

PDP: Propanodiol

PEAD: Polietileno de alta densidad

PEBD: Polietileno de baja densidad

PET: Polietilentereftalato

PGA: Ácido poliglicólico

PHA: Polihidroxicanoatos

PHB: Poli 3-hidroxi butirato

PHBHx: Poli 3-hidroxi butirato-co-3-hidroxi hexanoato

PHBV: Poli 3-hidroxi butirato-co-3-hidroxi valerato

PMMA: Polimetilmetacrilato

PP: Polipropileno

PS: Poliestireno

PTA: Ácido Tereftálico

PTT: Politrimetilen Tereftalato

PURs: Poliuretanos

PVC: Policloruro de vinilo

# Fichas prácticas

## Fichas prácticas

Esta sección de la guía pretende recopilar de una manera ordenada y clasificada la información más relevante relacionada con los bioplásticos. Se ha organizado con el fin de ayudar principalmente a los transformadores de plásticos a conocer los aspectos a tener en cuenta y las amplias posibilidades que presentan hoy en día estos materiales.

La información se ha clasificado en los siguientes apartados:

- A. Normativa relacionada con el uso de los plásticos y los bioplásticos aplicable por países.
- B. Propiedades técnicas de cada clase de bioplástico a tener en cuenta en la selección de los mismos, especialmente en el caso de que se quiera reemplazar un plástico convencional por algún bioplástico.
- C. Principales aplicaciones de los bioplásticos en función del sector de actividad al que se va a destinar su uso.
- D. Aplicaciones más representativas en función del material utilizado.

## A. NORMATIVA POR PAÍSES

INTERNACIONAL	
NORMA	TÍTULO
ISO 17088: 2008	Specifications for compostable plastics
ISO 14855-1:2005/Cor: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide--Part1:General method Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide -- Part 1: General method
ISO 14855-2: 2007/ Cor: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide -- Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
ISO 16929:2002	Plastics -- Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test
ISO 17556:2003	Plastics -- Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
ISO 20200:2004	Plastics -- Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test
ISO 15985:2004	Plastics -- Determination of the ultimate anaerobic biodegradation and disintegration under high-solids anaerobic-digestion conditions -- Method by analysis of released biogas
ISO 14853:2005	Plastics -- Determination of the ultimate anaerobic biodegradation of plastic materials in an aqueous system -- Method by measurement of biogas production
ISO 14852:1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium -- Method by analysis of evolved carbon dioxide
ISO 14851:1999/Cor. 1 2005	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium -- Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
PROYECTO NORMA	TITULO
ISO/DIS 10210: 2009	Plastics - Preparation of samples for biodegradation testing

 <b>EUROPA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
EN ISO 14855-1:2007	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method (ISO 14855-1:2005)
EN ISO 14855-2:2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test (ISO 14855-2:2007, including Cor 1:2009)
EN ISO 17556:2004 / prEN ISO 17556 rev	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
EN ISO 20200:2005	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test (ISO 20200:2004)
EN ISO 14852:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide (ISO 14852:1999)
EN ISO 14851:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer (ISO 14851:1999)
EN 14045:2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
EN 14046:2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
EN 14806:2005	Packaging - Preliminary evaluation of the disintegration of packaging materials under simulated composting conditions in a laboratory scale test
EN 14995:2006	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
EN 13432:2000/AC 2005	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging

 <b>EUROPA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
EN 14048:2002	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
EN 14047:2002	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

<b>PROYECTO NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
CEN/TR 15932:2010	Plastics - Recommendation for terminology and characterisation of biopolymers and bioplastics
CEN/TR 15822: 2009	Plastics - Biodegradable plastics in or on soil - Recovery, disposal and related environmental issues
CEN/TR 15351:2006	Plastics - Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items

 <b>ESPAÑA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
UNE-EN ISO 14855-1:2008/AC: 2010	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis de dióxido de carbono generado. Parte 1: Método general. (ISO 14855-1:2005)
UNE-EN ISO 14855-2:2010	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis de dióxido de carbono generado. Parte 2: Medición gravimétrica del dióxido de carbono liberado en un ensayo de laboratorio. (ISO 14855-2:2007, incluyendo Cor 1:2009)
UNE-EN ISO 17556:2005	Plásticos. Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última en el suelo mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro o bien mediante la cantidad de dióxido de carbono generada (ISO 17556:2003)
UNE-EN ISO 20200: 2006	Plásticos. Determinación del grado de desintegración de materiales plásticos bajo condiciones de compostaje simuladas en un laboratorio (ISO 20200:2004)
UNE-EN ISO 14852:2005	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de materiales plásticos en medio acuoso. Método según el análisis de dióxido de carbono generado (ISO 14852:1999)
UNE-EN ISO 14851:2005	Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final de los materiales plásticos en medio acuoso. Método según la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado (ISO 14851:1999)
UNE-EN 14046:2003	Envases y embalajes. Evaluación de la biodegradabilidad aeróbica última y de la desintegración de los materiales de envase y de embalaje bajo condiciones controladas de formación de compost. Método mediante el análisis del dióxido de carbono liberado.
UNE-EN 14806: 2006	Envases y embalajes. Evaluación preliminar de la desintegración de los materiales de envases y embalajes bajo condiciones simuladas de compostaje en un ensayo a escala laboratorio.
UNE-EN 14995:2007	Plásticos. Evaluación de la compostabilidad. Programa de ensayo y especificaciones.
UNE-EN 13432: 2001; UNE-EN 13432:2001/AC: 2005	Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje.

 <b>ESPAÑA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
UNE-EN 14048:2003	Envases y embalajes. Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de los materiales de envases y embalajes en un medio acuoso. Método mediante la medición de la demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado.
UNE-EN 14047:2003	Envases y embalajes. Determinación de la biodegradabilidad aeróbica última de los materiales de envases y embalajes en medio acuoso. Método mediante el análisis del dióxido de carbono liberado.
UNE-CEN/TR 15351:2008	Plásticos. Guía terminológica en el campo de los plásticos y polímeros degradables y biodegradables.
<b>PROYECTO NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
PNE-CEN/TR 15822	Plásticos. Plásticos biodegradables en o sobre suelos. Recuperación, eliminación y problemas ambientales asociados.

 <b>FRANCIA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
NF T51-803-1; NF EN ISO 14855-1:2008	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
NF T51-803-2; NF EN ISO 14855-2:2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
NF T51-804; NF EN ISO 17556:2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
NF T51-806; NF EN ISO 20200:2005	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test.
NF T51-802; NF EN ISO 14852:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
NF T51-801; NF EN ISO 14851:2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
NF H60-146; NF EN 14046:2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
NF T51-124; NF EN 14995:2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
NF H60-140; NF EN 13432:2000	Packaging - Requirements for packaging recoverable through compositing and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
NF H60-148; NF EN 14048:2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
NF H60-147; NF EN 14047:2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

 <b>EEUU</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
ASTM D5338 - 98(2003)	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions
ASTM D5338 - 98(2003)	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions
ASTM D5988 - 03	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation in Soil of Plastic Materials or Residual Plastic Materials After Composting
ASTM D5511 - 02	Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials Under High-Solids Anaerobic-Digestion Conditions
ASTM D5210 - 92(2007)	Standard Test Method for Determining the Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials in the Presence of Municipal Sewage Sludge
ASTM D5271 - 02	Standard Test Method for Determining the Aerobic Biodegradation of Plastic Materials in an Activated-Sludge-Wastewater-Treatment System
ASTM D6776 - 02	Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradability of Radiolabeled Plastic Materials in a Laboratory-Scale Simulated Landfill Environment
ASTM D5951 - 96(2002)	Standard Practice for Preparing Residual Solids Obtained After Biodegradability Standard Methods for Plastics in Solid Waste for Toxicity and Compost Quality Testing
ASTM D7081 - 05	Standard Specification for Non-Floating Biodegradable Plastics in the Marine Environment
ASTM D6002 - 96(2002)e1	Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally Degradable Plastics
ASTM D6868 - 03	Standard Specification for Biodegradable Plastics Used as Coatings on Paper and Other Compostable Substrates
ASTM D5526 - 94(2002)	Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Accelerated Landfill Conditions

 <b>EEUU</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
ASTM D6691 - 09	Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials in the Marine Environment by a Defined Microbial Consortium or Natural Sea Water Inoculum
ASTM D6340 - 98(2007)	Standard Test Methods for Determining Aerobic Biodegradation of Radiolabeled Plastic Materials in an Aqueous or Compost Environment
ASTM D6954 - 04	Standard Guide for Exposing and Testing Plastics that Degrade in the Environment by a Combination of Oxidation and Biodegradation
ASTM D6002-96	Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally Degradable Plastics
ASTM D6400 - 04	Standard Specification for Compostable Plastics

 <b>ALEMANIA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
DIN EN ISO 14855-1: 2010	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
DIN EN ISO 14855-2: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
DIN EN ISO 17556: 2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
DIN EN ISO 20200 : 2005	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under simulated composting conditions in a laboratory-scale test
DIN EN ISO 14852: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
DIN EN ISO 14851: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
DIN EN 14045: 2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
DIN EN 14046: 2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
DIN EN 14806: 2005	Packaging - Preliminary evaluation of the disintegration of packaging materials under simulated composting conditions in a laboratory scale test
DIN EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications

 <b>ALEMANIA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
DIN EN 13432 : 2007	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging;
DIN EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
DIN EN 14047 : 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

<b>PROYECTO NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
DIN SPEC 1165; DIN-Fachbericht CEN/TR 15822:2010	Plastics - Biodegradable plastics in or on soil - Recovery, disposal and related environmental issues
DIN SPEC 1206; DIN-Fachbericht CEN/TR 15932:2010	Plastics - Recommendation for terminology and characterisation of biopolymers and bioplastics
VDI 4427: 1999	Selection procedure for biodegradable packaging materials

 <b>SUIZA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
SN EN ISO 14855-1: 2007 SN EN ISO 14588-1/AC: 2010	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
SN EN ISO 17556: 2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
SN EN ISO 14852: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
SN EN ISO 14851: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
SN EN 14045: 2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
SN EN 14046: 2004	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
SN EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
SN EN 13432: 2000	Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging
SN EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
SN EN 14047: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide

 <b>AUSTRIA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
OENORM EN ISO 14855-1: 2010	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
OENORM EN ISO 14855-2: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
OENORM EN ISO 17556: 2005	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
OENORM EN ISO 14852: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
OENORM EN ISO 14851: 2004	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
OENORM EN 14046: 2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide
OENORM EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
OENORM EN 13432: 2008	Packaging - Requirements for packaging recoverable through compositing and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
OENORM EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer

 <b>AUSTRIA</b>	
<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
OENORM EN 14047: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
ONR 2915351: 2007	Plastics - Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items

<b>PROYECTO NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>
ONR CEN/TR 15822: 2010	Plastics - Biodegradable plastics in or on soil - Recovery, disposal and related environmental issues



## REINO UNIDO

NORMA	TITULO
BS EN ISO 14855-1: 2007	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 1: General method
BS EN ISO 14855-2: 2009	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide - Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test
BS ISO 16929: 2003	Plastics - Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test
BS EN ISO 17556: 2003	Plastics - Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved
BS ISO 15985: 2004	Plastics - Determination of the ultimate anaerobic biodegradation and disintegration under high-solids anaerobic-digestion conditions - Method by analysis of released biogas
BS ISO 14853: 2005	Plastics - Determination of the ultimate anaerobic biodegradation of plastic materials in an aqueous system - Method by measurement of biogas production
BS EN ISO 14852: 1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
BS EN ISO 14851: 1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium - Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
BS EN 14045: 2003	Packaging - Evaluation of the disintegration of packaging materials in practical oriented tests under defined composting conditions
BS EN 14046: 2003	Packaging - Evaluation of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials under controlled composting conditions - Method by analysis of released carbon dioxide



## REINO UNIDO

NORMA	TITULO
BS EN 14806: 2005	Packaging - Preliminary evaluation of the disintegration of packaging materials under simulated composting conditions in a laboratory scale test
BS EN 14995: 2007	Plastics - Evaluation of compostability - Test scheme and specifications
BS EN 13432: 2000	Packaging - Requirements for packaging recoverable through compositing and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging.
BS EN 14048: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
BS EN 14047: 2003	Packaging - Determination of the ultimate aerobic biodegradability of packaging materials in an aqueous medium - Method by analysis of evolved carbon dioxide
09/30202009 DC; BS ISO 10210: 2010	Plastics - Preparation of samples for biodegradation testing

## B. PROPIEDADES PARA SELECCIÓN DE MATERIALES

	Propiedades principales(*)	Procesabilidad
<b>Derivados del almidón</b> Principales modificaciones: Almidón/copolíéster Almidón/PCL Almidón/Ac, Celulosa	Densidad: 1.2-1.35(g/cc) Res. Tracción: 35-40 MPa Elongación: 27-900% Tª Vicat: 65-125°C Permeab. Vapor Agua: baja Perm. Oxígeno: media-alta Tª Fusión: 64-110°C	Soplado de film Extrusión Termoformado Moldeo por inyección Espumado Recubrimiento por extrusión de fibras /tejidos
<b>PLA</b> Mezclas principales: PHA PCL Poliésteres biodegradables	Densidad: 1.25 g/cc Res. Tracción: 53-70 MPa Elongación: 10-100% Tª Vicat: 56-105 °C Tª fusión: 120-170°C Transparente según grados Permeabilidad al Oxígeno y vapor de agua media baja Resistencia química media	Termoformado Inyección Moldeo por soplado Soplado de films Extrusión de films Extrusión de fibras (melt spinning)
<b>PHA</b> (PHB-PHV) copolímeros Mezclas con almidón y PLA	Densidad: 1.17-1.26 R.Tracción: 18-27MPa Elongación: 6-25% Tª Vicat: 53-96°C (120°) Traslúcido/opaco Resistente a hidrólisis y a disolventes	Dependiendo de composición y peso molecular: Films y lamina Fibras Moldeo inyección Espumas rígidas
<b>Polímeros de celulosa</b> Acetato de celulosa Celofán Viscosa Celulosa bacteriana	Propiedades muy dispersas según material Buenas propiedades mecánicas pero malas propiedades barrera Temperaturas de proceso más elevadas La celulosa bacteriana está libre de hemicelulosa y lignina	

Aplicaciones	Potencial de sustitución (**)	Biodegradabilidad
<p>Envase (75%): films, bolsas, espumas, bandejas, recubrimiento de papel y cartón, catering</p> <p>Agricultura(25%): films, acolchado de macetas, etc</p> <p>Otros: tarjetas, tips de golf</p>	<p>PVC (+)</p> <p>PEBD (+)</p> <p>PEAD (+)</p> <p>PP(+)</p> <p>PUR (+)</p> <p>PS (+)</p>	<p>100% Biodegradables dependiendo del grado de sustitución</p>
<p>La distribución depende los fabricantes:</p> <p>70% envase</p> <p>1-12% agricultura</p> <p>1% sector electrónico</p> <p>Fibras (3-28%)</p> <p>Aplicaciones biomédicas</p>	<p>PVC (+)</p> <p>PEAD(+)</p> <p>PEBD(+)</p> <p>PP(+)</p> <p>PS (++)</p> <p>PMMA(+)</p> <p>PET(+)</p> <p>PA(+)</p> <p>PBT(+)</p> <p>HIPS (+)</p> <p>ABS(+)</p>	<p>Requiere ataque hidrolítico no es directamente biodegradable. Requiere condiciones de T<sup>a</sup>, pH y humedad</p>
<p>Artículos de higiene (tampones)</p> <p>Barrera al vapor de agua y temperatura en envase rígidos, botellas</p>	<p>PVC (+)</p> <p>PEBD(+)</p> <p>PEAD (+)</p> <p>PP (++)</p> <p>ABS (+)</p>	<p>Rápida biodegradación en condiciones aerobias y anaerobias</p>
	<p>Fibras:</p> <p>PP,(+)</p> <p>PET(+)</p> <p>Nylon (+)</p> <p>Celulosa bacteriana (celulosa natural)</p>	

\*Según grados comerciales consultados en fuente: Referencia

\*\*Escala de potencial de sustitución teórica: ++ Sustitución total/+ Sustitución parcial

## C. APLICACIONES PRINCIPALES POR SECTORES

Fuente: European Bioplastics.com

Producto	Polímero	Compañía	Ventajas de utilización de los Bioplásticos
<b>Envase y embalaje</b>			
Film y bandejas de galletas o frutas vegetales o carne	PLA almidón	Treophan Natural IPER Sainsbury, etc Cristalina/Cargill Dow Novamont	Aplicaciones de corta duración que enseguida se convierten en residuos  Su carácter biodegradable supone una alternativa a un reciclado difícil por contaminación orgánica
Vasos de yogur Cestas para fruta	PLA almidón		
Bolsas de supermercado	PLA / almidón	Supermercados suizos y alemanes	
Envases transparentes de pilas	PLA	Panasonic	
Bandejas y utensilios de comida rápida	PLA	McDonalds	
Sobres	PLA	Mitsui	
<b>Agricultura y horticultura</b>			
Films de acolchado Clips de sujeción de plantas	Polímeros de almidón/PLA	Novamont Cargill- Natureworks Natura	Biodegradabilidad en suelo

Producto	Polímero	Compañía	Ventajas de utilización de los Bioplásticos
<b>Bienes de consumo de corta duración</b>			
Pañales/algodones desmaquillante	Almidón	Lacea	Por su biodegradabilidad y difícil reciclado  Compostabilidad
Tarjetas prepago	PLA		
<b>Bienes de consumo de larga duración</b>			
Camisetas calcetines	PLA	FILA/ Natureworks	Propiedades transpirables del material Tacto natural Marketing verde Aumento de porcentajes renovables
Mantas	PLA	Kanebo Gosei	
Matts	PLA	Natureworks	
Carcasas de walkman	PLA	Sony	
CD	PLA	Sanyo Marvix Media	
Teclado de ordenador	PLA	Fujitsu	
Pequeñas componentes de ordenadores portátiles	PLA	Fujitsu/Lacea	
Cubierta de rueda de repuesto	PLA (composite con Kenaf)	Toyota	
Interiores de automóviles	PLA	Toyota	

## D. APLICACIONES MÁS REPRESENTATIVAS POR MATERIAL

	PROPIEDADES PRINCIPALES
<b>MATERIALES BASADOS EN PLA</b>	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Propiedades similares al <b>PET-PS</b> (PLA sin combinar), Su rango de propiedades se amplía a <b>PEBD, PEAD o PP</b>) en mezclas con otros bioplásticos</li><li>• Resistencia a productos acuosos y grasos a Tª ambiente)</li><li>• Termosoldable</li><li>• Imprimible sin tratamientos superficiales</li><li>• Procesado por extrusión, termoformado e inyección</li><li>• Transparente (sin mezclar)</li></ul>

APLICACIONES POR SECTOR

ENVASE Y EMBALAJE



FKUR

Envase para pan  
Innovia Films®

FKUR

Bioplastocs:  
envases para vegetales  
European Bioplastics



FKUR

FKUR

BASF

SAFYPLAST.com

NATUREWORKS

INGEO®

MENAJE /GASTRONOMIA



Natureworks ®

Solanyl

## PROPIEDADES PRINCIPALES

### MATERIALES BASADOS EN PLA

#### Desventajas:

- Permeabilidad moderada a gases y vapor de agua (puede mejorar con mezclas con otros biopolímeros)
- Quebradizo
- Requiere secado previo a su transformación

APLICACIONES POR SECTOR

TEXTILES /HIGIENE



Natureworks®

AGRICULTURA



Protectores de plantas y Film de acolchado  
FKUR.com

Macetas de replantación  
NNZ®  
(European Bioplastics.com)

ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO



Natureworks ® European Bioplastics.com

## PROPIEDADES PRINCIPALES

### MATERIALES BASADOS EN ALMIDÓN

#### Ventajas:

- Abundante en la naturaleza
- Buenas propiedades mecánicas ( **PEBD/PS** )
- Sellable e imprimible sin tratamiento superficial
- Barrera a gases ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ) y aromas similar a al PET y la PA
- Hidrosoluble

#### Desventajas:

- Material muy sensible a la humedad
- Elevada permeabilidad al vapor de agua
- Mayor densidad
- Procesado complicado por extrusión
- Frágil

## APLICACIONES POR SECTOR

### **ENVASE Y EMBALAJE:**

Bolsas camiseta, envases para verduras y frescos, envases sector higiénico, envases espumados, bolsas de residuos

### **MENAJE /GASTRONOMIA:**

Menaje desechable

### **TEXTILES /HIGIENE:**

Mallas

### **AGRICULTURA:**

Films de acolchado

### **AUTOMOCIÓN:**

Aditivo para neumáticos

### **Otras aplicaciones para resinas híbridas:**

Sector médico



Natureworks ® European Bioplastics.com

## PROPIEDADES PRINCIPALES

### MATERIALES BASADOS EN PHA

#### Ventajas:

- Propiedades similares al **PEBD**
- Barrera a los gases similar al **PET**
- Resistente a grasas y a disolventes
- Buena relación de estirado para procesos de soplado
- Estabilidad frente a la hidrólisis

#### Desventajas:

- Muy sensible a la degradación térmica
- Problemática para extruir (excepción PHBH)
- Muy quebradizo
- Viscosidad en fundido muy baja

APLICACIONES POR SECTOR ® Mirell (Metabolix-Relles, USA)

**AGRÍCOLA BOLSAS COMPOSTABLES**



**ELEMENTOS DURABLES DISTINTOS SECTORES**



**APLICACIONES ESPECIALES**



**MATERIALES BASADOS  
EN CELULOSA**

**PROPIEDADES PRINCIPALES**

**Ventajas:**

- Abundante en la naturaleza
- Versatilidad en aplicaciones
- Biodegradable
- Reciclable termoquímicamente
- Coste más bajo

**Desventajas:**

- Material muy sensible a la humedad
- Elevada permeabilidad al vapor de agua
- Films traslúcidos
- Films no son 100% transparentes

APLICACIONES POR SECTOR ® Mirell (Metabolix-Relles, USA)

**ENVASE Y EMBALAJE**



FKUR ® Natureflex ® de INNOVIA films distintas aplicaciones de envase flexible

**APLICACIONES DIVERSAS:**



Aplicaciones con Biograde® de FKUR



# Remar

Red Energía y Medio Ambiente  
Réseau Énergie et Environnement