

Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales
Facultad de Ingeniería de Plásticos



EL PLÁSTICO NATURAL COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE

Autor:

Angelo Oswaldo Hernández Marulanda

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO DE PLÁSTICOS

2016

Bogotá D.C., Colombia

Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales
Facultad de Ingeniería de Plásticos



EL PLÁSTICO NATURAL COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE

Autor:

Angelo Oswaldo Hernández Marulanda

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO DE PLÁSTICOS

Director (a):

Ingeniero Iván Martínez

2016

Bogotá D.C., Colombia

Doy gracias a DIOS por permitirme seguir avanzando en mis estudios. Gracias por llevarme de su mano.

A mi esposa hermosa que me ha acompañado con su dulce amor en todo tiempo de mis estudios junto con mi preciosa hija que amo, y a mis padres. Gracias a mi esposa e hija que son mi motivación para seguir

Lista de Tablas

Justificación	11
Objetivo	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	13
Capítulo 1	14
Introducción	14
Biopolimeros	14
Biocomposites y Biocombustibles	15
Capítulo 2	16
Vocabulario	16
Biopolímeros	16
Biopolímeros: polímeros basados en materias primas renovables	16
Biopolímeros: polímeros biodegradables	17
Biopolímeros: polímeros biocompatibles (sólo en aplicaciones biomédicas)	17
Bioplásticos	18
Biocomposites	19
Capítulo 3	22
Historia del arte y Situación Actual	22
Situación actual de los biopolímeros	22
Historia del arte y situación actual de los biocomposites	25

	4
Capítulo 4	31
Mercado Actual y Futuro	31
Demanda de los bioplásticos	31
Mercado de los biocomposites	35
Capítulo 5	40
Normativa Nacional e Internacional Aplicable	40
Normativa relacionada con el origen renovable del material y/o producto	40
Normativa relacionada con el fin de vida de los materiales y/o productos biodegradables	41
Norma UNE-EN 13432:2001	41
Norma UNE-EN 14995:2007	42
Norma ASTM D6400:2004	42
Iniciativa Proyecto Colombia	43
Normas preaprobación	44
Normativa sobre eco-etiquetado: Serie ISO 14020	45
Normativa sobre análisis de ciclo de vida: Serie ISO 14040	45
ISO 14040: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Principios y estructura (1997).	46
Otra normativa relacionada con comunicación ambiental	48
Sistemas de Certificación	49
Organismos de certificación	50
DIN Certco	50
Vinçotte	51
Grupo de Reciclado de Compuestos Orgánicos (ORG)	51

	5
Instituto de certificación Keurmerkinstituut	52
Centro de Investigación y Desarrollo Polaco del Envase y Embalaje (COBRO)	52
Asociación Australiana de Bioplásticos (ABA)	53
Asociación Finlandesa de Residuos Sólidos (FSWA)	54
Certiquality (CIC)	54
Organización Noruega Gestión de Residuos (Avfall Norge)	55
Instituto de Productos Biodegradables (BPI) / Consejo Estadounidense de Compostaje (USCC)	55
Asociación Japonesa de Bioplásticos (JBPA)	56
Sistemas de certificación	56
Áreas de Aplicación y Tendencias Emergentes	58
Áreas de aplicación y tendencias emergentes de los bioplásticos	58
Áreas de aplicación y tendencias emergentes de los biocomposites	62
Aplicaciones en el Sector de Automoción	63
Aplicaciones en la Industria de la Construcción	64
Aplicaciones en la Industria Aeronáutica	64
Capítulo 6	68
Residuos de Bioplásticos y Biocomposites y su Gestión	68
Los residuos de los bioplásticos y biocomposites	68
Gestión de los residuos de bioplásticos y biocomposites	69
Conclusiones	74
Bibliografía	75

Lista de Tablas

Tabla 1. Principales sistemas de certificación relacionados con bioplásticos	57
Tabla 2. Principales sectores y aplicaciones de los bioplásticos.	59
Tabla 3. Aplicaciones no estructurales para el cáñamo y el lino en función del sector de aplicación	62
Tabla 4. Contenido en fibras naturales para distintas partes de vehículos	63

Lista de Figuras

Figura 1. Ejemplos de materias primas renovables	18
Figura 2. Ciclo de vida de un material plástico biodegradable y de origen natural	19
Figura 3. Ejemplo de un plástico biocompatible	19
Figura 4. Algunos ejemplos de refuerzos utilizados en la producción de biocomposites	20
Figura 5. Ejemplos de bioresinas termoestables y termoplásticas que pueden utilizarse en la producción de biocomposites	20
Figura 6. Ejemplos de aplicación de los biocomposites en distintos sectores	21
Figura 7. Aplicaciones basadas en celuloide	22
Figura 8. Goma laca	22
Figura 9. Fotografías microscópicas de gránulos de PHB en células bacterianas	23
Figura 10. Imágenes de acumulación de materiales plásticos en ríos y vertederos	24
Figura 11. Pellets obtenidos a partir de mezclas de poliolefinas y almidón	24
Figura 12. Principales materias primas renovables empleadas para la fabricación de bioplásticos	25
Figura 13. Aviones de combate cuyo fuselaje incluía composites reforzados con fibras naturales	26
Figura 14. Prototipo de coche elaborado por Henry Ford a partir de un composite reforzado con fibra de cáñamo	26
Figura 15. Coche Trabant, constituido por composites reforzados con fibras naturales	27

	8
Figura 16. Evolución histórica de los biocomposites	28
Figura 17. Ventajas de las fibras naturales con respecto a la fibra de vidrio	29
Figura 18. Capacidad de producción global de biopolímeros	31
Figura 19. Capacidad de producción global de bioplásticos basados en materias primas de origen renovable (Bio-based). Fuente: Universidad de Utrecht (PRO-BIP 2009)	32
Figura 20. Capacidad de producción de bioplásticos basados en materias primas de origen renovable en Europa	33
Figura 21. Capacidad global de producción de bioplásticos (por región)	34
Figura 22. Capacidad global de producción de bioplásticos basados en materias primas de origen renovable (por región)	34
Figura 23. Capacidad global de producción de bioplásticos (por tipo)	35
Figura 24. Crecimiento pasado y futuro de los biocomposites entre los años 2005 y 2016 expresado en millones de dólares (el mercado incluye datos tanto de composites que incluyen fibras de madera en su composición como los que no la contienen: cáscaras, fibras, semillas, hojas, etc.)	36
Figura 25. Comparativa del crecimiento del producto interior bruto (GDP) con respecto al de los composites reforzados con fibras naturales	37
Figura 26. Potencial de los composites reforzados con fibras naturales en diferentes regiones del mundo	38
Figura 27. Demanda futura de los biocomposites en distintos sectores de aplicación	39
Figura 28. Esquema de ciclo de vida	46

Figura 29. Fases de un ACV	48
Figura 30. Logo oficial de DIN Certco	50
Figura 31. Logo oficial de Vinçotte	51
Figura 32. Logo oficial del Grupo de Reciclado de Compuestos Orgánicos (ORG)	51
Figura 33. Logo oficial del Instituto de certificación Keurmerkinstituut	52
Figura 34. Logo oficial de COBRO	53
Figura 35. Logo oficial de ABA	53
Figura 36. Logo oficial de FSWA	54
Figura 37. Logo oficial de Certiquality	54
Figura 38. Logo oficial de Avfall Norge	55
Figura 39. Logo oficial de BPI	55
Figura 40. Logo oficial de USCC	56
Figura 41. Logo oficial de JBPA	56
Figura 42. Producción global de Bioplásticos en 2011 (en función de su aplicación)	58
Figura 43. Principales aplicaciones de los bioplásticos	60
Figura 44. Producción global de Bioplásticos en 2016 (en función de su aplicación)	61
Figura 45. Aspectos que están favoreciendo la utilización de las fibras naturales en distintos sectores de aplicación	65
Figura 46. Tendencias emergentes en el sector automoción	65
Figura 47. Tendencias emergentes en el sector transporte	66

	10
Figura 48. Tendencias emergentes en el sector construcción	66
Figura 49. Tendencias emergentes en el sector energético	67
Figura 50. Tendencias emergentes en otros sectores	67
Figura 51. Jerarquía de residuos	70
Figura 52. Generación y gestión de residuos plásticos en Europa (2006-2011)	72
Figura 53. Gestión de residuos plásticos post-consumo año 2011	72

Justificación

Con el estudio de los bioplásticos y biocomposites podemos considerar que existen nuevas alternativas para reemplazar en un gran porcentaje los plásticos sintéticos, debido a que en la actualidad juegan un factor muy importante mitigando el daño ecológico que han generado el uso indiscriminado de productos plásticos de origen fósil.

El motivo de esta investigación pretende crear conciencia y de esta manera poder contribuir con nuevas ideas en la innovación de productos plásticos a través de materias primas renovables que ayuden a la preservación de nuestros recursos naturales, con el fin de seguir reduciendo el impacto ambiental que generan los plásticos sintéticos y concientizar a las personas a través de los organismos locales y gubernamentales.

Si observamos la dependencia del petróleo y sus derivados entendemos el gran problema que existe en la actualidad con tanta sobreproducción de polímeros sintéticos. Ahora conociendo que los productos plásticos de un solo uso son los mayores causantes de la contaminación actual, debemos comprender que las nuevas alternativas sostenibles y sus recursos renovables son la solución para aminorar la magnitud de contaminación generada por estos materiales.

Objetivos

Objetivo General

- Estudiar el desarrollo de los biomateriales con énfasis en bioplásticos y biocomposites

Objetivos Específicos

1. Documentar la evolución histórica de los bioplásticos y los biocomposites
2. Establecer las generalidades de los biopolímeros hasta la actualidad y su evolución de los bioplásticos y los biocomposites
3. Reseñar el mercado actual de los Biomateriales
4. Develar la normatividad Nacional e Internacional de los bioplásticos y biocomposites
5. Presentar alternativas para el uso y manejo de los residuos sólidos de los bioplásticos y biocomposites

Capítulo 1

Introducción

Bioplásticos

Los bioplásticos, biodegradables y provenientes de fuentes renovables, son una medida de reducción al problema de los desechos plásticos contaminantes que ahogan al planeta y contaminan el medio ambiente.

Estos materiales constituyen una alternativa atractiva y sostenible a los materiales plásticos convencionales. Por un lado, el empleo de materias primas de origen natural permite reducir la dependencia de materiales de origen petroquímico y las emisiones de gases invernadero a la atmósfera al final de su vida útil (un 30-80% dependiendo del material y aplicación). Por otro lado, los materiales biodegradables ofrecen la posibilidad de ser gestionados de forma conjunta con la fracción orgánica de otros residuos, por ejemplo, restos de alimentos.

Desde un punto de vista estructural los materiales biodegradables presentan ciertas limitaciones en cuanto a propiedades físicas, químicas y/o mecánicas. Por otro lado, su capacidad de producción actual es muy inferior a la de los materiales convencionales, reduciendo su potencial de sustitución e incrementando los costes del producto final, en ocasiones muy superiores a los de materiales convencionales.

Actualmente se desarrollan numerosos proyectos de investigación encaminados a:

- Mejora de propiedades mecánicas mediante el empleo de fibras naturales.
- Mejora de propiedades barreras.
- Ampliación de las propiedades multifuncionales.

- Desarrollo de productos de alto valor añadido en sectores como automoción
- Aumento del contenido renovable en el producto final.

Biocomposites

Los biocomposites son materiales compuestos en los que una o más fases pueden ser de origen biológico. Los refuerzos pueden ser fibras naturales como el algodón, el lino, el cáñamo o fibras procedentes del reciclado de la madera o del papel o incluso de subproductos procedentes de cultivos agrícolas. Las matrices pueden ser polímeros de origen renovable como los aceites vegetales o almidones. Estos materiales se caracterizan por tener unas buenas propiedades como ligereza, razonable rigidez específica, aislamiento acústico y térmico, biodegradabilidad (PLA, PHB) y en algunos casos reciclabilidad (polímeros termoplásticos).

Algunos desafíos incluyen:

- Homogeneización de las propiedades de las fibras.
- Elevado conocimiento sobre el grado de polimerización y cristalización.
- Adhesión entre la fibra y la matriz.
- Absorción de humedad por las fibras.
- Propiedades ignífugas.

Capítulo 2

Vocabulario

Biopolímeros

Para identificar los diferentes tipos de materiales poliméricos se usa el prefijo “bio”:

- Polímeros basados en materias primas renovables
- Polímeros biodegradables
- Polímeros biocompatibles
- Biopolímeros: polímeros basados en materias primas renovables

El prefijo “bio” hace énfasis al origen del mismo e unifica a aquellos polímeros derivados de biomasa, es decir, obtenidos a partir de materias primas obtenidas de recursos renovables.

Pueden ser de dos tipos: naturales o sintéticos.

Los polímeros naturales son sintetizados por organismos vivos, principalmente en la manera en que son utilizados. Su explotación industrial puede ser directa, mediante un proceso de extracción y purificación (por ejemplo, mediante procesos físicos) o indirecta, por ejemplo sometiendo un polímero natural a un proceso químico de funcionalización. Dentro de este último grupo destacan los polisacáridos (almidón, celulosa, etc.), las proteínas y los polihidroxialcanoatos.

Por el contrario, los polímeros sintéticos derivados de biomasa son aquellos materiales cuyos monómeros derivan de recursos renovables y la conversión a polímeros se realiza mediante una transformación química. Dentro de este grupo se incluyen: el ácido poliláctico (PLA) -obtenido mediante polimerización del ácido láctico-, polietileno de origen natural (Bio-PE) -obtenido a partir del etileno de bioetanol proveniente de fermentación- y la Poliamida 11 (Bio-PA) -producida a partir del aceite de ricino.

Biopolímeros: polímeros biodegradables

En este contexto el prefijo “bio” se centra en la biodegradabilidad y la posibilidad de recuperación orgánica de los residuos. En esta ocasión el término biopolímero identifica a polímeros capaces de ser degradados aeróbica (en presencia de oxígeno) o anaeróbicamente (en ausencia de oxígeno) por la acción de microorganismos existentes en el medio de manera natural tales como bacterias, hongos y/o algas.

En ocasiones el término “biodegradable” es sustituido por el término “compostable” a pesar de tener significados distintos. A diferencia de un plástico biodegradable, un material compostable es aquel que experimenta degradación biológica durante la formación de compost para producir dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa, a una rapidez similar a otros materiales compostables, sin generar residuos distinguibles visualmente o residuos tóxicos. En otras palabras, un plástico compostable siempre es biodegradable mientras que un plástico biodegradable no siempre es compostable.

Biopolímeros: polímeros biocompatibles (sólo en aplicaciones biomédicas)

En este contexto el prefijo “bio” se utiliza para indicar la biocompatibilidad con células y tejidos vivos.

Este término identifica polímeros que no dañan al cuerpo o su metabolismo en manera alguna mientras cumple su fin (por ejemplo, una cadera o rodilla artificial). En medicina sustitutiva, se emplea como sinónimo de biocompatible o bioabsorbible.

Bioplásticos

A igual que los biopolímeros, el término “bioplástico” se aplica a varios tipos de materiales:

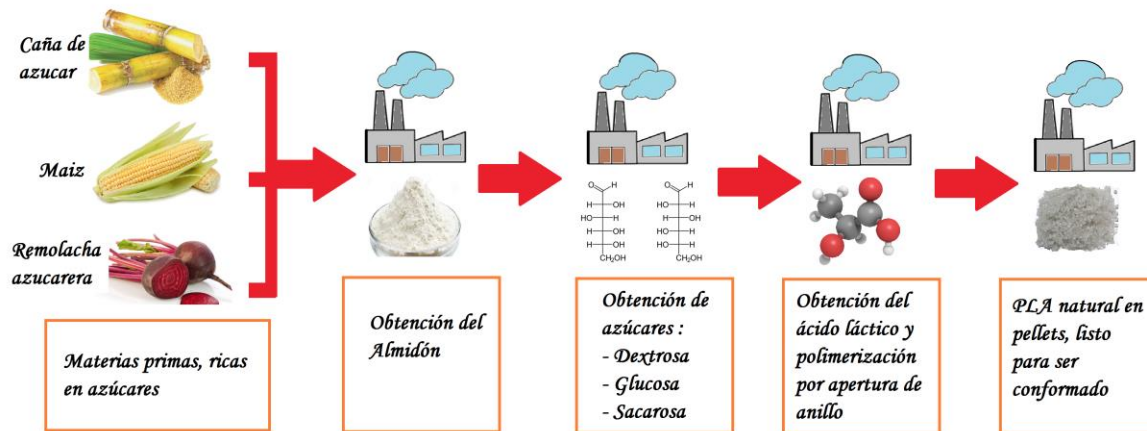
- Plásticos biogénicos (también conocidos como *bio-based*), en lo que se refiere al origen de las materias primas (renovables). Ejemplos: Polietileno (Bio-PE), Poliuretano (Bio-PUR), Poliamida (Bio-PA).

Figura 1. Ejemplos de materias primas renovables (tomado de <http://elgrannino1.blogspot.com.co>)



- Plásticos biodegradables, en lo que se refiere a su funcionalidad (independientemente de su origen). Ejemplos: Almidón, Celulosa, Ácido poliláctico (PLA)

Figura 2. Ciclo de vida de un material plástico biodegradable y de origen natural



- Plásticos biocompatibles, en lo que se refiere a la compatibilidad con el cuerpo humano o animal (sólo en aplicaciones médicas).

Figura 3. Ejemplo de un plástico biocompatible



Biocomposites

Los biocomposites son materiales compuestos formados por una o más fases de origen biogénico.

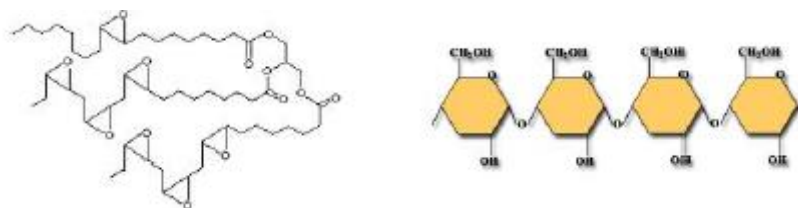
En términos de refuerzo, se pueden utilizar fibras naturales como el algodón, el lino, el cáñamo u otras fibras procedentes de madera reciclada o residuos de papel, o incluso productos intermedios procedentes de cultivos agrícolas.

Figura 4. Algunos ejemplos de refuerzos utilizados en la producción de biocomposites



Las matrices pueden ser polímeros, idealmente basadas en materiales de origen renovable como los aceites vegetales o almidones. Alternativamente pueden ser polímeros sintéticos, de origen fósil, “vírgenes” o reciclados, como el polietileno, el polipropileno, el poliestireno, el policloruro de vinilo. Dentro de esta categoría también se encuentran las resinas termoestables como las de poliéster insaturado, las de fenol formaldehído, los isocianatos y las resinas epoxi.

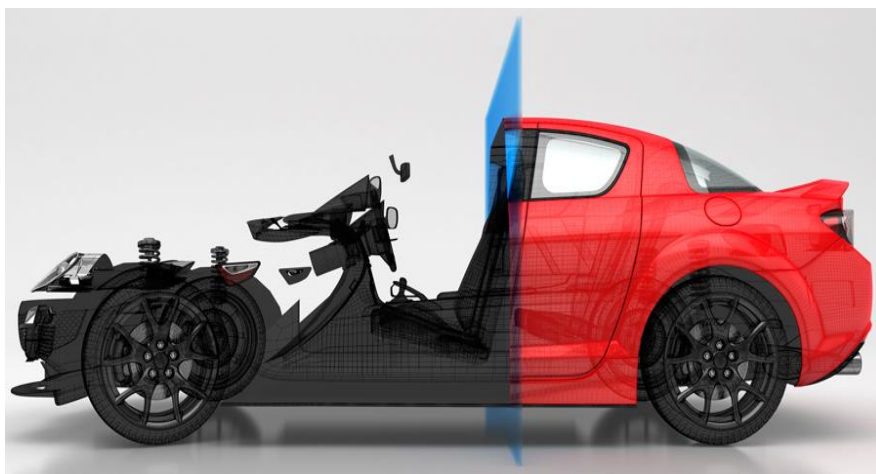
Figura 5. Ejemplos de bioresinas termoestables y termoplásticas que pueden utilizarse en la producción de biocomposites



En general, cuando se habla de biocomposites se pueden encontrar:

- Plásticos reforzados con fibras naturales (Natural Fibre Reinforced Plastics, NFRPs).
- Plásticos reforzados con madera (Wood Plastic Composites, WPCs).

Figura 6. Ejemplos de aplicación de los biocomposites en distintos sectores



Capítulo 3

Historia del arte y Situación Actual

Situación actual de los bioplásticos

El origen de los bioplásticos se remonta a finales del siglo XIX. En 1869, John Wesley Hyatt desarrolla el primer biopolímero sintético a partir de la celulosa de algodón como sustituto al marfil para bolas de billar, patentado posteriormente con el nombre de celuloide. Este material se empleó en la fabricación de distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes, película cinematográfica y piezas dentales (Figura 7). Posteriormente, se empiezan a utilizar otros materiales tales como huesos de animales, cuernos y pezuñas y/o goma laca (Figura 8).

Figura 7. Aplicaciones basadas en celuloide



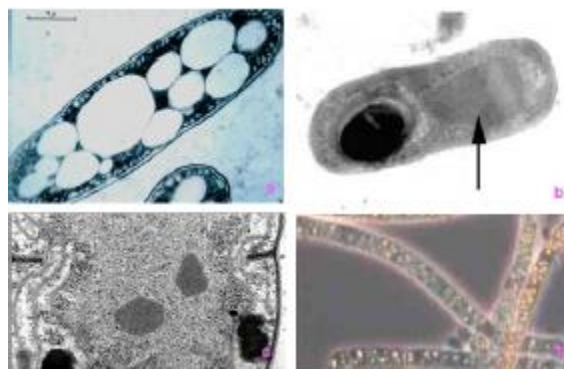
Figura 8. Goma laca



En 1890 se descubre el ácido poliláctico (PLA), un polímero termoplástico de origen natural y biodegradable. Su aplicación se limita a algunos productos del sector del envase y embalaje.

En 1912, se comercializa el celofán, un bioplástico todavía en uso. Catorce años más tarde un grupo de investigadores franceses descubre el polihidroxibutirato (PHB), un poliéster de origen natural sintetizado a partir de células bacterianas (Figura 9), aunque fue reconocido como un termoplástico biodegradable hasta la década de los años 50.

Figura 9. Fotografías microscópicas de gránulos de PHB en células bacterianas



El desarrollo de materiales biogénicos y/o biodegradables se ve interrumpido por la aparición de nuevos termoplásticos de origen fósil. Durante la década de los años 40 y 50, materiales como el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) o tereftalato de polietileno (PET) comienzan a producirse en cantidades significativas, eclipsando el mercado de los biomateriales.

Sin embargo, los impactos ambientales asociados con la baja recuperación de millones de toneladas de estos materiales plásticos (no degradables) y su depósito en vertedero empiezan a hacerse notorios a finales de los años 70. En el año 1973, la crisis del petróleo pone de manifiesto en Estados Unidos los impactos ambientales derivados de una alta dependencia del petróleo.

Figura 10. Imágenes de acumulación de materiales plásticos en ríos y vertederos



Al objeto de minimizar estos impactos comienzan a introducirse comercialmente los primeros biomateriales. Las primeras generaciones consistían en mezclas de polímeros convencionales, generalmente poliolefinas (por ejemplo, el polietileno), y almidón u otras sustancias orgánicas. La degradación del almidón por la acción de microorganismos genera a fragmentación de los productos dando lugar a pequeños fragmentos de poliolefinas.

Figura 11. Pellets obtenidos a partir de mezclas de poliolefinas y almidón



En 1976, la empresa inglesa *England Imperial Chemistry Industry* (ICI) crea el primer bioplástico comercial bajo el nombre de *Biopol*, fabricado a partir de polihidroxibutirato (PHB). Seis años más tarde se posiciona en el mercado como el primer material plástico completamente biodegradable.

Durante las siguientes décadas, el mercado de los bioplásticos no experimenta un desarrollo significativo debido a los altos costes de producción, en ocasiones hasta 20 veces superior al coste de producción de materiales convencionales.

Figura 12. Principales materias primas renovables empleadas para la fabricación de bioplásticos



Durante los últimos años se han comercializado un gran número de materiales plásticos biodegradables y/o biogénicos para diferentes aplicaciones. Aunque el origen de los plásticos biodegradables puede ser natural o fósil, el desarrollo de productos basados en materias primas renovables ha jugado un papel más importante dentro de este grupo de materiales. Por otro lado, estos materiales también han servido de estímulo para el desarrollo de polímeros biogénicos no biodegradables (por ejemplo, Bio-PE, Bio-PA, etc.).

Historia del arte y situación actual de los biocomposites

En 1930, Henry Ford fue al laboratorio de investigación de su compañía con una bolsa llena de huesos de pollo, los dejó sobre la mesa de trabajo y dijo, “Miren a ver lo que se puede hacer con esto”. Posterior a estas palabras trabajó con melones, zanahorias, paja del trigo, coles y cebollas. A continuación probó también con tallos de soja.

En 1940, el aceite de soja pudo ser utilizado para fabricar barnices de alta calidad y pudo moldearse en un composite reforzado con fibra que presentó una resistencia al impacto 10 veces superior a la del acero. Sin embargo se encontraron algunos inconvenientes en lo que respecta a los tiempos necesarios para el curado y moldeo de las piezas.

Entre los años 1939 y 1945 (2ª Guerra Mundial), la escasez de aluminio en Inglaterra llevó a la utilización de fibras de lino impregnadas con resina fenólica para formar las pieles del fuselaje de los aviones de combate.

Figura 13. Aviones de combate cuyo fuselaje incluía composites reforzados con fibras naturales. (Imagen de referencia)



Es en este mismo periodo, concretamente en el año 1942, cuando Henry Ford desarrolló un prototipo de coche elaborado a partir de un composite con fibra de cáñamo. Sin embargo existieron algunas limitaciones en cuanto al coste y tiempo.

Figura 14. Prototipo de coche elaborado por Henry Ford a partir de un composite reforzado con fibra de cáñamo. (Imagen de referencia)



En 1950 tuvo lugar la primera producción del coche Trabant, que fue elaborado a partir de fibras naturales debido a la escasez del acero. En este caso se utilizaron desechos del algodón prensados con resina fenólica.

Figura 15. Coche Trabant, constituido por composites reforzados con fibras naturales.

(Imagen de referencia. Tomado de <http://automobilio.info/es/Trabant/P-601/>)



En la actualidad, esta situación continúa; desde el año 2000, se están desarrollando numerosas piezas destinadas a interiores de vehículos como coches, autobuses u otros medios de transporte. La razón es el elevado módulo de las fibras naturales, que dota a las piezas de una gran rigidez, así como las propiedades de aislamiento acústico y térmico que confieren a los productos.

En 2004 comienzan también a desarrollarse carcasas de teléfonos móviles y componentes de ordenadores portátiles a partir de polímeros reforzados con fibras naturales.

Existe también un nicho muy importante en el sector deportivo donde las fibras naturales presentan un gran potencial. Esto es debido a que las fibras naturales presentan unas propiedades de amortiguación de las vibraciones que las hace muy adecuadas para su utilización en este sector. A modo de ejemplo indicar que desde el año 2006 se está estudiando la introducción de este tipo de fibras en aplicaciones como tablas de kitesurf, raquetas o cuadros de bicicletas, entre otras.

En la Figura 16 se recoge de forma resumida la evolución histórica que han experimentado los biocomposites.

Figura 16. Evolución histórica de los biocomposites



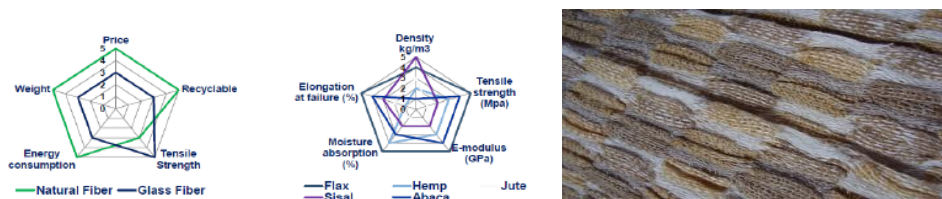
En lo que respecta a la situación actual de los biocomposites indicar que, hasta la fecha, los polímeros reforzados con fibra de vidrio (GRPs) han demostrado tener las características estructurales y de durabilidad requeridas en las piezas interiores y exteriores de distintos sectores de aplicación como automoción, construcción, o aeronáutico. Las buenas propiedades mecánicas y de procesamiento de estos materiales, han facilitado su introducción en dichos sectores. Sin embargo, los GRPs muestran unas desventajas cuando se los compara con los biocomposites elaborados a partir de bioresinas y fibras naturales:

- En lo que respecta a la fibra de vidrio:
 - Elevada densidad de la fibra (~ 40% > fibras naturales), lo que conlleva un mayor peso de la pieza.
 - Dificultad para su reciclado.
 - Los riesgos para la salud que presenta la fibra de vidrio a escala nanométrica (Directivas 79/831/eec and 92/32/eec).

- Elevado consumo energético para la fabricación de la fibra de vidrio. A modo de ejemplo, la producción de un mat de fibra de lino (9,55 MJ/kg), incluyendo su cultivo, recolección y separación de la fibra, supone un 17% de la energía necesaria para producir un mat de fibra de vidrio (54,7 MJ/kg).

En la Figura 17 se indican, de forma resumida, algunas de las ventajas de la utilización de las fibras naturales con respecto a la fibra de vidrio.

Figura 17. Ventajas de las fibras naturales con respecto a la fibra de vidrio



Como se puede apreciar, los composites de fibras naturales destacan en muchos parámetros a excepción de la resistencia. Ésta es mayor en el caso de la fibra de vidrio. Sin embargo, la densidad de los composites es un factor que ha de tenerse en cuenta porque es uno de los aspectos más relevantes de los composites reforzados con fibras naturales. En otras palabras, las propiedades específicas deben ser comparadas. Las propiedades específicas se entienden como la relación que existe entre una determinada propiedad y la densidad de la fibra. De esta manera, es importante destacar que los composites reforzados con fibras naturales presentan una muy buena rigidez específica, lo que en aplicaciones donde se requiere un adecuado valor de esta propiedad y a bajo peso, la utilización de biocomposites resulta muy interesante.

De entre las distintas fibras naturales, son las de lino las que presentan una mayor resistencia. El lino ofrece una mayor resistencia a tracción, siendo más adecuada para aplicaciones de composites.

Por otra parte existen una serie de presiones legislativas que animan a la utilización de materiales alternativos en las distintas aplicaciones. De esta manera, pueden encontrarse Directivas que recogen la legislación necesaria para afrontar rápidamente el aumento de residuos y reducir el vertido e incineración. Además, fuerza el reciclado de estos residuos para limitar la cantidad total de material que va al vertedero.

En consecuencia, todos estos factores unidos a la creciente concienciación medioambiental y a un importante interés de las empresas por diferenciarse de su competencia, son las principales razones por las que los biocomposites están ganando un interés muy importante en los últimos años.

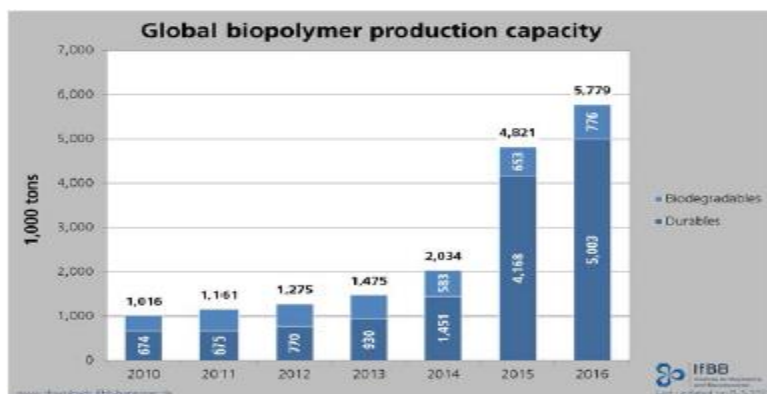
Unidad 4

Mercado Actual y Futuro

Demanda de los bioplásticos

Un nuevo mercado se está abriendo en Europa para los productos hechos en base al llamado bioplástico. Estas cualidades ecológicas han hecho que la elaboración de estos creciera en un 6%, según los datos proporcionados por European Bioplastics. El organismo ha estimado que la producción de estos se cuadruplicaría para el año 2017, pasando de las 1,4 toneladas a los 6 millones de estas. Las últimas cifras indican que estos materiales han tenido un crecimiento anual constante, que llegaría a un 20-25% en 2020. En este sentido, Europa es el mayor mercado para los envases formados con material bioplástico, acaparando más del 50% de la producción mundial. Esto se condice con el informe “Bio-Plastics Markets 2013” de la consultora norteamericana NanoMarkets, el cual afirma que el año 2018 el mercado de los bioplásticos superará los 6 mil millones de dólares, y para el 2020 representarán el 7% del total del mercado de plásticos en el mundo.

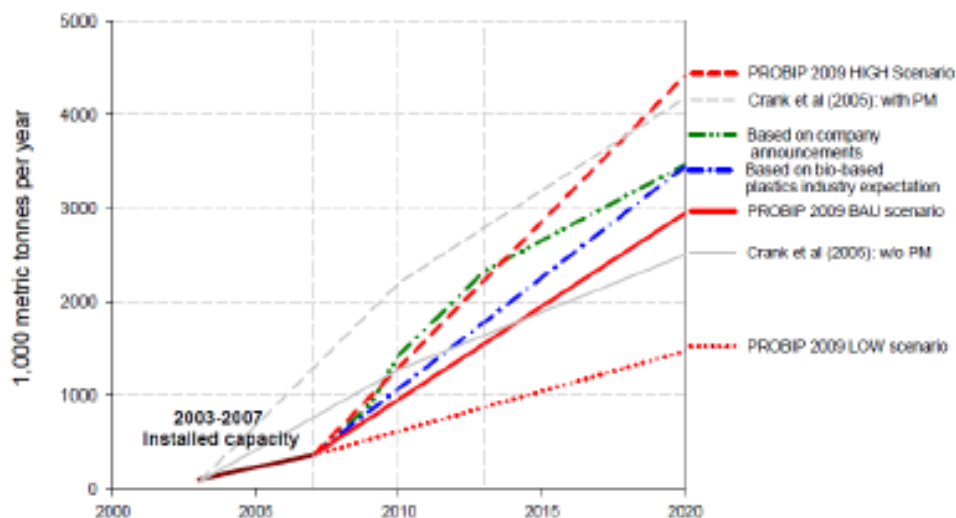
Figura 18. Capacidad de producción global de biopolímeros.



Fuente: Instituto de Bioplásticos y Biocomposites (IfBB).

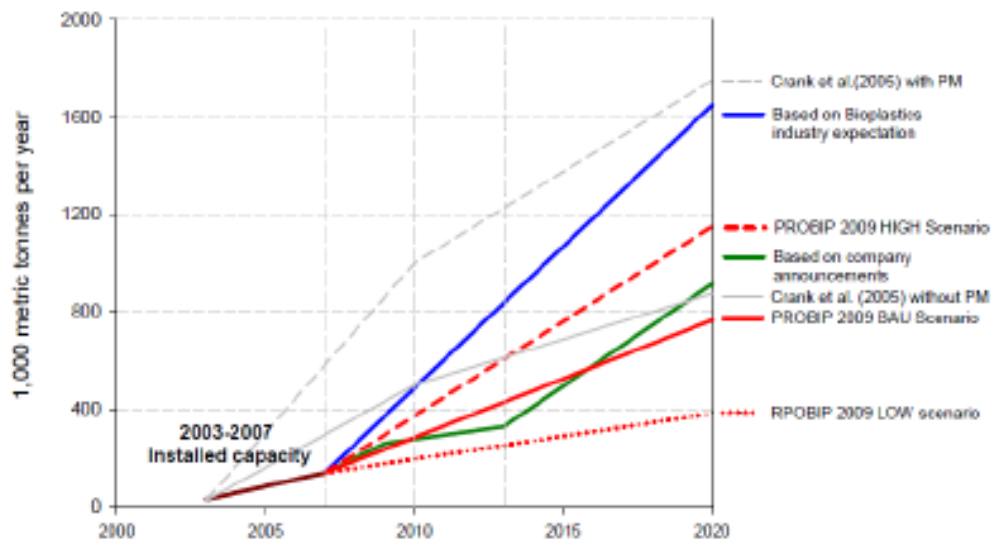
Estas estimaciones se encuentran en consonancia con los resultados publicados por otras fuentes. Según un estudio realizado por la Universidad de Utrecht (PRO-BIP, 2009), la capacidad de producción global de bioplásticos basados en materias primas renovables (también denominados *Bio-based*) incrementará de 0,36 millones de toneladas en 2007 a 4,41 millones de toneladas (en un escenario optimista) o 1,47 millones de toneladas en 2020 (suponiendo un escenario menos optimista) (Figura 19).

Figura 19. Capacidad de producción global de bioplásticos basados en materias primas de origen renovable (Bio-based). Fuente: Universidad de Utrecht (PRO-BIP 2009).



Este mismo estudio revela un incremento esperado de la capacidad de producción de estos materiales en Europa de 0,14 millones de toneladas en 2007 a 1,75 millones de toneladas (escenario optimista) o 0,38 millones de toneladas en 2020 (escenario menos optimista) (Figura 20).

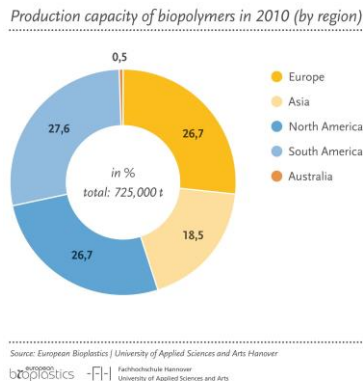
Figura 20. Capacidad de producción de bioplásticos basados en materias primas de origen renovable en Europa.



Fuente: Universidad de Utrecht (PRO-BIP 2009).

Atendiendo a la distribución geográfica, la producción actual de bioplásticos se lleva a cabo mayoritariamente en cuatro regiones: Asia, Sudamérica, Norteamérica y Europa, representando Europa el 18,5% de la capacidad de producción mundial (Figura 21). En los próximos años se prevé un incremento muy significativo de la capacidad de producción en la región asiática y sudamericana, con porcentajes de hasta el 46,35 y 45,1%, respectivamente, para el año 2016. Europa y Norteamérica pasaran a representar escasamente un 4,9% y 3,5% de la capacidad de producción mundial, respectivamente.

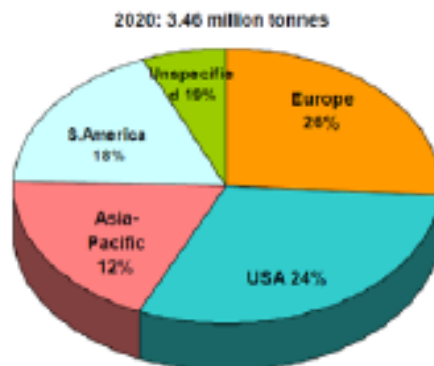
Figura 21. Capacidad global de producción de bioplásticos (por región).



Fuente: European Bioplastics/Instituto de Bioplástico y Biocomposites (IfBB)

En el caso de bioplásticos de origen biogénicos (Bio-based), algunas fuentes estiman un incremento de la capacidad global de producción más equitativa desde un punto de vista geográfico (PRO-BIP, 2009) (Figura 22).

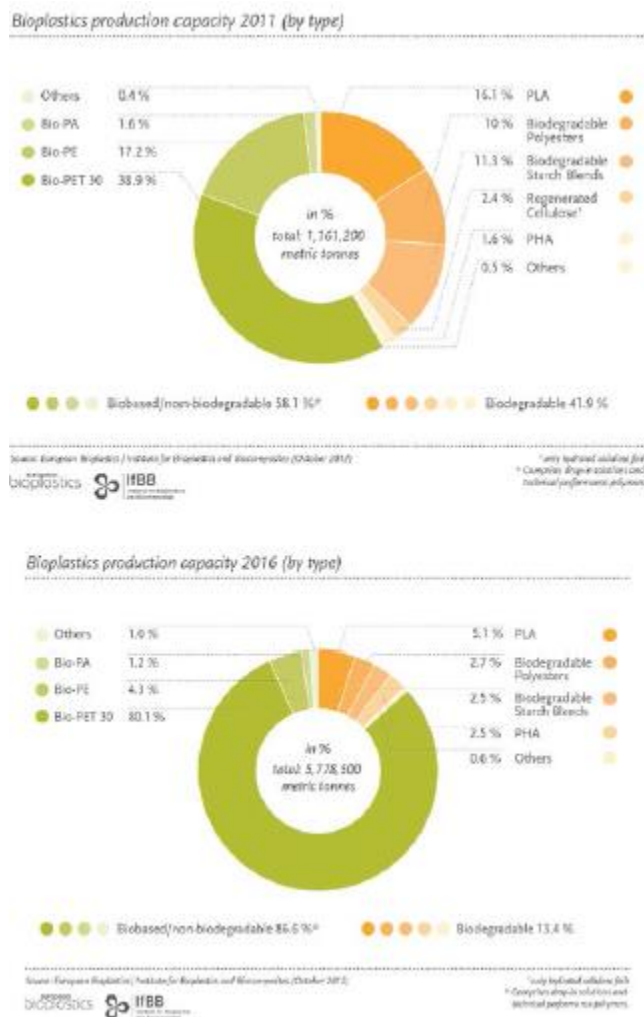
Figura 22. Capacidad global de producción de bioplásticos basados en materias primas de origen renovable (por región).



Fuente: Universidad de Utrecht (PRO-BIP 2009).

Si atendemos al tipo de biopolímero, en los próximos años se espera un crecimiento muy acusado de la producción de materiales biogénicos no biodegradables (durables), en particular Bio-PET (Figura 23). Por otro lado, se prevé que el ácido poliláctico (PLA) lidere el mercado de los bioplásticos biodegradables.

Figura 23. Capacidad global de producción de bioplásticos (por tipo).



Fuente: European Bioplastics/Instituto de Bioplástico y Biocomposites (IfBB)

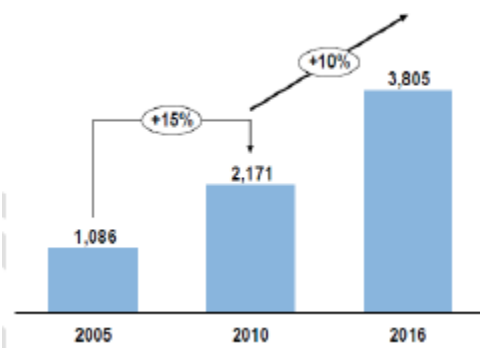
Mercado de los biocomposites

El mercado de los biocomposites es muy amplio. Hasta la fecha, estos materiales se han utilizando en aplicaciones no estructurales de industrias como automoción y construcción. Sin embargo, existe un gran interés por parte de las empresas de sectores como el transporte, electricidad y electrónica, construcción, deporte y entretenimiento y señalización, por potenciar el uso de los biocomposites en aplicaciones donde tradicionalmente se han utilizado otros materiales como los metales o los composites reforzados con fibra de vidrio. En un futuro se

espera que el uso de los biocomposites se vaya generalizando en dichos sectores, no solo en aplicaciones no estructurales sino que, a medida que las propiedades de los materiales lo permitan, se emplee en otras con mayores requerimientos mecánicos.

Los biocomposites de fibras naturales han experimentado un importante crecimiento en los últimos años, tal como puede apreciarse en la Figura 24.

Figura 24. Crecimiento pasado y futuro de los biocomposites entre los años 2005 y 2016 expresado en millones de dólares (el mercado incluye datos tanto de composites que incluyen fibras de madera en su composición como los que no la contienen: cáscaras, fibras, semillas, hojas, etc.).

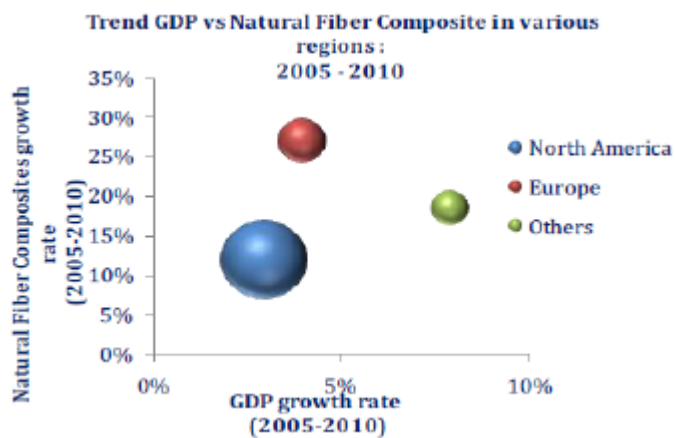


Fuente: Lucintel

Tal como se indica en la Figura 25, los composites de fibras naturales han experimentado un crecimiento positivo en cada región, sobrepasando incluso el producto interior bruto (PIB).

La industria de los composites de fibras naturales ha rendido muy bien en los últimos años cuando se la compara con el PIB (en inglés, GDP), y se espera que este crecimiento continúe a mayor velocidad que el PIB en un futuro.

Figura 25. Comparativa del crecimiento del producto interior bruto (GDP) con respecto al de los composites reforzados con fibras naturales.

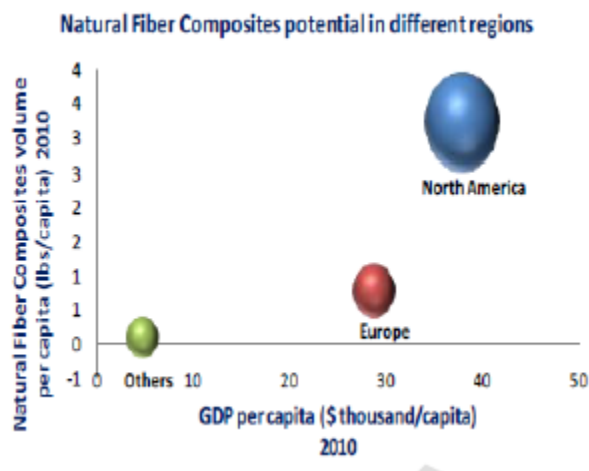


- Otros: Incluye Asia y el resto del mundo
- El tamaño del globo representa el tamaño del mercado en el año 2010 (Millones de dólares)

Fuente: Lucintel

Como se muestra en la Figura 26, en lo que respecta al liderazgo del mercado, Norte América es el líder mundial en consumo de composites de fibras naturales seguido de Europa. Sin embargo, Europa es una región potencial debido a su creciente concienciación medioambiental y a la aceptación de los composites de fibras naturales por parte de los fabricantes del sector de automoción. Asia presenta un potencial significativo para el crecimiento de los composites dados los bajos valores de consumo per cápita.

Figura 26. Potencial de los composites reforzados con fibras naturales en diferentes regiones del mundo.



Fuente: Lucintel

- Otros: Incluye Asia y el resto del mundo
- El tamaño del globo representa el tamaño del mercado en el año 2010 (Millones de dólares)

El mercado se divide en dos segmentos: fibras madereras y fibras no madereras. El sector de automoción es el que mayormente utiliza fibras no madereras, mientras que construcción utiliza fibras de madera.

Europa es la región donde más se utilizan las fibras naturales en el sector de automoción, mientras que Norte América se centra mayoritariamente en aplicaciones del sector de edificación y construcción.

Los composites de fibras naturales están introduciéndose en el sector eléctrico-electrónico así como en aplicaciones deportivas.

Como puede apreciarse en la Figura 27, en lo que respecta a las tendencias futuras, se espera que la demanda de biocomposites sea mayor en automoción y en construcción debido a:

- Una mayor concienciación hacia la utilización de productos más respetuosos con el medio ambiente y con mayor aceptación.

- La necesidad de productos más ligeros y económicos.
- Reducción del calentamiento global.
- Apoyo de los gobiernos

Como los biocomposites de fibras naturales son nuevos en los sectores eléctrico-electrónico y deportivo, éstos representan un mercado potencial para su utilización en un futuro cercano.

Figura 27. Demanda futura de los biocomposites en distintos sectores de aplicación.



Fuente: Lucinte

Capítulo 5

Normativa Nacional e Internacional Aplicable

En este capítulo daremos a conocer ciertas normas y pautas en cuanto se refiere a normatividad de bioplásticos. No existe como tal una legislación específica sobre biomateriales, sus usos y aplicaciones. Sin embargo, tanto a nivel internacional como nacional existen diferentes normas que pretenden regular estos materiales, principalmente en lo que se refiere a su condición de origen renovable y/o fin de vida compostable.

Estas normas no son de obligado cumplimiento. Sin embargo, establecen los aspectos y las pruebas necesarias para determinar las características que deben cumplir los materiales y/o productos para ser considerados bioplásticos.

Otro aspecto importante es el del marcado de estos productos de forma clara, prohibiendo la aplicación errónea de un logo o etiqueta sobre la naturaleza de estos materiales. Este punto está relacionado con la comunicación ambiental y con el ecoetiquetado.

Normativa relacionada con el origen renovable del material y/o producto

La norma principal es la CEN/TS 16137: 2011 *Plásticos. Determinación del contenido de carbono de origen biogénico*. Ésta se centra en la determinación del contenido de carbono de base biológica en los materiales y productos.

Se basa en diferenciar el carbono procedente de biomasa con el carbono procedente de componentes fósiles.

El método de cálculo es aplicable a cualquier polímero que contenga carbono orgánico, incluyendo biocompuestos.

Destacar también la norma ASTM D6866:12 *Standard test methods for determining the biobased content of solid, liquid and gaseous samples using radiocarbon analysis*; basada en los mismos principios que la anterior. Esta norma tiene su origen en la legislación estadounidense por la que se marcaba la preferencia en la adquisición de productos con el mayor contenido posible de biomasa renovable. Mediante esta norma se verificaban las afirmaciones realizadas por los fabricantes en relación al contenido renovable de sus productos.

Normativa relacionada con el fin de vida de los materiales y/o productos biodegradables

Actualmente existe una amplia normativa relacionada con el fin de vida de los materiales plásticos biodegradables.

Norma UNE-EN 13432:2001

La norma UNE-EN 13432 *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*, especifica los requisitos y procedimientos para determinar la compostabilidad y la tratabilidad anaerobia de los envases y embalajes (y la de sus materiales) estudiando cuatro características que son esenciales:

- Biodegradabilidad. El umbral de la biodegradabilidad es de 90% y de 6 meses máximo.
- Desintegración durante el tratamiento biológico. No deben subsistir fragmentos de material superiores a 2 mm x 2 mm tras 12 semanas.
- Efecto sobre el proceso de tratamiento biológico.
- Efecto sobre la calidad del compost obtenido.

Un punto relacionado con esto es la ausencia de metales pesados y su verificación.

Esta norma está armonizada con la Directiva 94/62/CE *de envases y residuos de envase*, y sus modificaciones, en cuanto a una de las posibles vías de valorización (en concreto la del compostaje) de los envases.

Esta norma se corresponde a la norma europea EN 13432:2000

Norma UNE-EN 14995:2007

La norma UNE-EN 14995:2007 *Plásticos. Evaluación de la compostabilidad. Programa de ensayo y especificaciones*, es similar a la norma UNE-EN 13432, pero para aplicaciones plásticas diferentes a las de envase.

Al igual que la anterior, especifica los requisitos y los procedimientos para determinar la compostabilidad o tratabilidad anaeróbica de los materiales plásticos señalando cuatro características:

- Biodegradabilidad.
- Desintegración durante el tratamiento biológico.
- Efecto sobre el proceso de tratamiento biológico.
- Efecto sobre la calidad de compost obtenido.

Esta norma se corresponde a la norma europea EN 14995:2006

Estas dos normas (UNE-EN 13432 y UNE-EN 14995) son la base para establecer las especificaciones técnicas para el compostaje de los bioplásticos.

Norma ASTM D6400:2004

La norma ASTM D6400: 2004 *Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities*, es muy similar a la norma europea EN 13432 y se relaciona con otras normas internacionales, como la norma DIN CERTCO 7P-0199, DIN V49000, V54900 DIN, ISO 14855 y la OCDE 208.

Esta norma establece las especificaciones de materiales y productos que están diseñados para ser compostados en instalaciones de compostaje municipales e industriales, en los que se alcanzan condiciones termófilas. Sirve para determinar si el compostaje se realiza de forma adecuada, incluyendo la biodegradación a una velocidad comparable a la de los materiales compostables reconocidos, asegurar que la degradación de los materiales y/o productos no va a disminuir el valor o la utilidad del compost resultante del proceso de compostaje, establecer un máximo rendimiento de las mismas, así como cumplimiento de etapas intermedias de desintegración y biodegradación Incluye también otros aspectos como los requisitos para el etiquetado “compostable en instalaciones de compostaje municipales e industriales” (logotipo del Consejo de Compostaje de EEUU).

Es importante destacar que la norma ASTM D6400 establece, entre otros requisitos, un porcentaje de biodegradación mínimo del 60% al cabo de 180 días. Este requisito es similar a los requisitos de la norma ISO 14855 y DIN V49000, aunque inferior al establecido en la norma EN 13432 (90%, 180 días).

Hay que remarcar que para los fines de esta norma, estas tres expresiones se consideran equivalentes. Este etiquetado tiene que ajustarse además a las normas internacionales, regionales, nacionales o locales (como por ejemplo a la Directiva 94/62/CE).

PROYECTO DE ACUERDO N° 48 DE 2015 COLOMBIA

"Por el cual se promueve la utilización de recipientes desechables biodegradables en la comercialización de alimentos y se dictan otras disposiciones"

Autor

BANCADA POLO DEMOCRÁTICO ALTERNATIVO

Febrero 1 de 2015

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

Objeto Norma Pre aprobación

El objeto del proyecto de acuerdo es promover la utilización de recipientes desechables biodegradables en la comercialización de alimentos en los establecimientos comerciales que ofrezcan servicios de alimentos empacados para consumo en restaurantes o en la modalidad de servicio a domicilio.

EL CONCEJO DE BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL

En ejercicio de sus atribuciones constitucionales y legales y en especial de las conferidas por los numerales 1 y 7 del artículo 12 del Decreto Ley 1421 de 1993

ACUERDA

Artículo 1. Los establecimientos comerciales que ofrezcan servicios de alimentos empacados para consumo en restaurantes o en la modalidad de servicio a domicilio, deberán utilizar recipientes desechables fabricados con materiales biodegradables.

Artículo 2. La Secretaria Distrital de ambiente, en coordinación con la ANDI, publicará en su página web un registro de empresas fabricantes de envases o empaques biodegradables.

Artículo 3. La Secretaria Distrital de ambiente elaborara un manual que describa los materiales que componen los productos biodegradables.

Artículo 4. La Secretaria Distrital de ambiente adelantara un estudio para determinar los elementos de tipo desechable que reúnen las condiciones de biodegradable.

- EN ISO 14855 Determinación de la biodegradabilidad aeróbica final y desintegración de materiales plásticos en condiciones de compostaje controladas. Método según el análisis de dióxido de carbono generado (ISO 14855: 1999).
- ISO 16929:2002 Plastics -- Determination of the degree of disintegration of plastic materials under defined composting conditions in a pilot-scale test.

Normativa sobre eco-etiquetado: Serie ISO 14020

Con respecto al eco-etiquetado, que se verá más extensamente en la unidad 3 de este módulo, en el año 2000 la Organización Internacional de Normalización (ISO), emitió la serie ISO 14020 sobre etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales.

Esta serie es una guía para la información ecológica en general, que puede ser aplicada a los biomateriales y a los productos realizados con los mismos.

Los objetivos de esta serie son:

- Fomentar una comunicación ambiental exacta, verificable y no engañosa.
- Prevenir o minimizar las reclamaciones ambientales injustificadas.
- Reducir la confusión del mercado.
- Aumentar la posibilidad de elección del consumidor ante diferentes opciones.
- Apoyar a los mercados y empresas que presentan mejoras ambientales.
- Facilitar el comercio internacional.

Normativa sobre análisis de ciclo de vida: Serie ISO 14040

La serie ISO 14040 trata sobre el “Análisis de Ciclo de Vida” (ACV). El ACV es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto. Su cálculo se lleva a cabo recopilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas

y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.

Se centra en la descripción de los principios básicos de las evaluaciones ambientales basadas en el denominado ciclo de vida (Figura 28).

Figura 28. Esquema de ciclo de vida.



ISO 14040: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Principios y estructura (1997).

Ofrece una visión general de la práctica, aplicaciones y limitaciones del ACV en relación a un amplio rango de usuarios potenciales, incluyendo aquellos con un conocimiento limitado sobre el ACV.

- **ISO 14041: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Definición de Objetivos y Alcance y Análisis de Inventario (1998).** Recoge los requerimientos y directrices a considerar en la preparación, aplicación o revisión crítica del análisis del inventario de ciclo de vida (la fase del ACV referente a la recogida y cuantificación de los consumos y emisiones relevantes que se producen en el ciclo de vida de un producto).

- ISO 14042: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (2000). Ofrece una guía sobre la fase del ACV consistente en la evaluación de impactos (que tiene por objeto la evaluación de los impactos ambientales potenciales y significativos a partir de los resultados del análisis de inventario).
- ISO 14043: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Interpretación del ciclo de vida (2000). Ofrece una guía sobre la interpretación de los resultados del ACV en relación con la definición de objetivos del estudio, incluyendo una revisión del alcance del ACV, así como del tipo y calidad de los datos utilizados.
- ISO/TR 14047: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Ejemplos de aplicación de la norma ISO 14042 (2003).
- ISO/TS 14048: Norma sobre Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Normalización de datos e información para una evaluación de ciclo de vida (2002).
- ISO/TR 14049: Norma de Gestión Ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Ejemplos de aplicación de la norma ISO 14041 (2000).

La metodología de ACV es una aproximación sistemática basada en cuatro fases, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 29. Fases de un ACV.



Fuente: International Organisation for Standardization (ISO). ISO 14040-44.

Environmental management – Life Cycle Assessment.

Algunas etiquetas ecológicas utilizan el ACV para establecer sus criterios (AENOR - España, Etiqueta Ecológica Europea, Environmental Choice –Canadá- etc.). Es una metodología muy importante para la justificación y comprobación de las afirmaciones relacionadas con las eco-etiquetas.

Otra normativa relacionada con comunicación ambiental

Existen otras normas relacionadas en general con comunicación ambiental.

La norma ISO 14063: 2006 (“Gestión ambiental. Comunicación ambiental”), está centrada en el establecimiento de los procedimientos de comunicación ambiental en las empresas. Esta norma sirve como guía para la comunicación, tanto interna como externa.

La norma ISO 14067: 2013 (“Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para la cuantificación y la comunicación”) establece como medir la huella de carbono y como informar de los resultados, proporcionando los procedimientos para garantizar transparencia y credibilidad de los mismos. Esta norma se basa en gran medida en las normas ISO 14021 e ISO 14040.

Sistemas de Certificación

El establecimiento de normas aplicadas a materiales plásticos biodegradables y/o de origen biogénico es relativamente reciente. En algunos casos estas normas requieren procedimientos experimentales complejos.

Los organismos de certificación tienen como objetivo evaluar la compleja información requerida por estas normas y juzgar, de manera objetiva e imparcial, las características generales de un material dado. Esta evaluación se lleva a cabo a través de sistemas de certificación. En general, podríamos decir que las normas conforman la teoría y los sistemas de certificación convierten esta teoría en la práctica.

El origen de los sistemas de certificación relacionados con materiales plásticos compostables se debe principalmente a dos motivos. El primero está relacionado con la gran variedad de aspectos y factores que afectan tanto al compostaje como a la compostabilidad, los cuales conllevaron desde análisis puramente químicos a la evaluación de procesos biológicos. El segundo motivo radica en la complejidad de los productos finales compostables. En ocasiones, se tratan de productos complejos, constituidos por varios componentes (físicos) así como constituyentes (químicos). La información sobre la compostabilidad procede de diferentes fuentes. Estos motivos desencadenaron el desarrollo de sistemas de certificación que permitieran evaluar y juzgar toda la documentación y el producto final.

Aunque actualmente la mayoría de estos sistemas de certificación están orientados a la evaluación de la compostabilidad de un producto dado, otros sistemas se centran en el destino final del producto y la seguridad (por ejemplo, el sistema japonés GreenPla), en la biodegradación en suelo o agua (por ejemplo, OK Biodegradable), o el contenido en materias primas renovable (por ejemplo, Biobased DIN y OK Biobased).

Se han llevado a cabo numerosos intentos de desarrollar de un sistema de certificación único, sencillo, internacional y un sistema de etiquetado válido en Europa, Asia y Norte América. A pesar de ello, los intereses nacionales han prevalecido sobre el interés común y esto ha causado el desarrollo de diferentes sistemas, válidos en diferentes regiones. En ocasiones estos sistemas difieren significativamente unos de otros con respecto al contenido técnico (pequeñas diferencias en las normas), cobertura geográfica, aplicación y administración. A pesar de esto, la industria de los bioplásticos continúa sus esfuerzos por armonizar los sistemas actuales existentes y conseguir un acuerdo de colaboración entre los diferentes organismos de certificación. El principal objetivo consiste en conseguir un reconocimiento mutuo de los certificados.

Organismos de certificación

DIN Certco

DIN Certco es un organismo de certificación fundado en 1972 por el Instituto Alemán de Certificación (DIN Deustches Institut für Normung e.V.) para la concesión de las marcas DIN así como certificados relacionados con productos, personas, servicios o empresas, basados en normas DIN y otras especificaciones similares.

Figura 30. Logo oficial de DIN Certco.



DIN Certco forma parte del organismo TÜV Rheinland, fundado en 1872, uno de los organismos líderes a nivel mundial en ensayos, inspección y certificación y que cuenta con un total de 14.000 empleados distribuidos en 61 países.

Vinçotte

Vinçotte inició su actividad en el año 1872 como un organismo de inspección y certificación bajo el reconocimiento de la Unión Europea.

Figura 31. Logo oficial de Vinçotte.



Su principal objetivo es garantizar la reputación de las empresas y clientes en términos de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente. Como organismo independiente e imparcial, Vinçotte realiza inspecciones, ensayos, certificaciones y formación en estos campos (calidad, seguridad y medio ambiente). En la actualidad disponen de 13 oficinas, distribuidas en 5 continentes. Su sede central se encuentra en Vilvoorde, Bélgica.

Grupo de Reciclado de Compuestos Orgánicos (ORG)

El Grupo de Reciclado de Compuestos Orgánicos (ORG) nace en enero de 2013 de la fusión de la Asociación de Reciclado de Compuestos Orgánicos (AfOR) y la Asociación de Energía Renovable (REA).

Figura 32. Logo oficial del Grupo de Reciclado de Compuestos Orgánicos (ORG).



El objetivo de este grupo consiste en promover la gestión sostenible de los recursos biodegradables, cubriendo las tecnologías tanto aerobias como anaerobias. Estas tecnologías son:

compostaje, digestión anaerobia, tratamiento mecánico y biológico y digestión aeróbica termofílica.

En la actualidad está constituido por alrededor de 1.100 empresas, organizaciones y particulares.

Instituto de certificación Keurmerkinstituut

El Instituto de Certificación Keurmerkinstituut es una organización independiente, encargada de evaluar la calidad y seguridad de los productos y servicios. Se encuentra localizado en Ámsterdam, Holanda.

Figura 33. Logo oficial del Instituto de certificación Keurmerkinstituut.



Centro de Investigación y Desarrollo Polaco del Envase y Embalaje (COBRO)

El Centro de Investigación y Desarrollo Polaco del Envase y Embalaje (COBRO), establecido en el año 1974, es una organización nacional, subordinada al Ministerio de Economía.

El principal objetivo de las actividades de COBRO es satisfacer las demandas de investigación y desarrollo, innovadoras, educacionales e informativas de aquellos que trabajan en el diseño, producción, distribución y uso de materiales de envase y embalaje y sus productos, y también de las instituciones, organizaciones, administración estatal y autoridades locales en este amplio rango de materiales y productos.

Figura 34. Logo oficial de COBRO.



Asociación Australiana de Bioplásticos (ABA)

Esta asociación está dedicada a la promoción de plásticos biodegradables, compostables y obtenidos a partir de materias primas renovables.

Figura 35. Logo oficial de ABA.



Representa a la industria y proporciona una vista simplificada de los temas relacionados con los beneficios de los bioplásticos en Australia y Nueva Zelanda. Su principal objetivo es incrementar la concienciación pública de los bioplásticos como una tecnología imprescindible de gestión de residuos a largo plazo.

La asociación trabaja conjuntamente tanto con organismos gubernamentales como con organismos privados relevantes con el fin de evaluar los requerimientos de los procesos de compostaje y promocionar a los bioplásticos (biodegradables) como un producto compostable.

Entre otras funciones, la asociación soporta y promueve la certificación por una tercera parte independiente y el etiquetado de productos compostables.

Asociación Finlandesa de Residuos Sólidos (FSWA)

La Asociación finlandesa de Residuos Sólidos (FSWA) representa a las empresas de gestión de residuos municipales y regionales de Finlandia, cuyos miembros abarcan, en total, la gestión de residuos de más del 90% de la población.

Figura 36. Logo oficial de FSWA.



La asociación desempeña un papel activo en la elaboración de normas sobre la gestión de residuos en Finlandia. Además, coopera activamente con otras organizaciones, centros de investigación y autoridades medioambientales.

Es miembro de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos, ISWA.

Certiquality (CIC)

Certiquality es un organismo de certificación, fundado en 1989 y acreditado para proporcionar a las empresas servicios de certificación relacionados con Sistemas de Gestión de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad así como certificación de productos.

Figura 37. Logo oficial de Certiquality.



ISTITUTO DI CERTIFICAZIONE DELLA QUALITÀ

Forma parte de la Red Internacional de Certificación (IQnet) y expide certificados en el ámbito internacional. Su sede central se encuentra en Milán, Italia.

Organización Noruega Gestión de Residuos (Avfall Norge)

Avfall Norge es un organismo representado por organizaciones municipales e intermunicipales de residuos sólidos, cubriendo alrededor del 95% de los municipios noruegos. Consta aproximadamente de 70 miembros asociados.

Figura 38. Logo oficial de Avfall Norge.



Instituto de Productos Biodegradables (BPI) / Consejo Estadounidense de Compostaje (USCC)

Instituto de Productos Biodegradables (BPI) es una asociación sin ánimo de lucro de particulares y grupos gubernamentales, industria y universidad.

A través de su programa de etiquetado de compostabilidad educan a los fabricantes, legisladores y consumidores sobre la importancia de normas relacionadas con materiales compostables.

Además promueven el uso y la recuperación de materiales a través del compostaje industrial, proporcionando información y recursos.

Figura 39. Logo oficial de BPI.



El Consejo Estadounidense de Compostaje (USCC), establecido en 1990, tiene como objetivo el desarrollo, expansión y promoción de la industria del compostaje. Para alcanzar esta misión, la USCC incentiva, soporta y desarrolla investigación relacionada con el compostaje,

promociona buenas prácticas para la gestión, establece normas y educa, a profesionales y al público en general, sobre los beneficios del compostaje y la utilización de compost.

Figura 40. Logo oficial de USCC.



Asociación Japonesa de Bioplásticos (JBPA)

Esta asociación fue establecida en Japón en el año 1989 bajo el nombre de Sociedad de Plásticos Biodegradables. En la actualidad cuenta con más de 200 miembros y colabora con BPI, European Bioplastics, China y Corea. Su principal objetivo es promover el reconocimiento y el desarrollo del negocio de los plásticos biodegradables y biogénicos en Japón.









Figura 41. Logo oficial de JBPA.



Sistemas de certificación

En la siguiente tabla (Tabla 1) se resumen los diferentes sistemas de certificación vigentes en la actualidad.

Tabla 1. Principales sistemas de certificación relacionados con bioplásticos

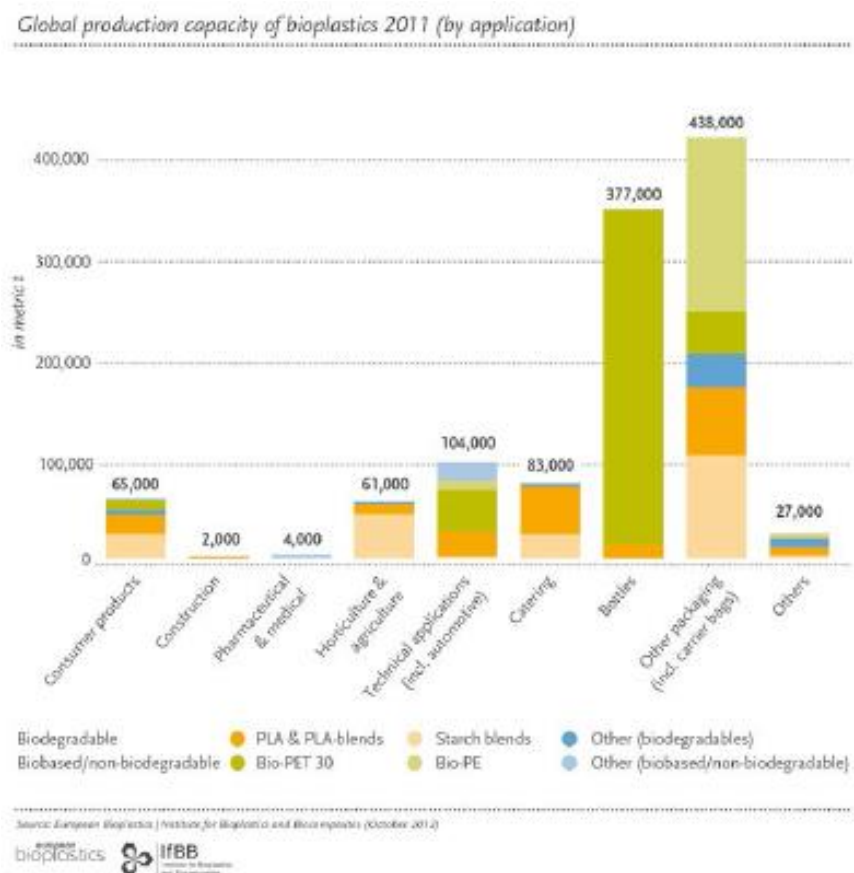
Organismo de certificación	Norma	Etiqueta
DIN Certco (Alemania) /European Bioplastics	EN 13432 ASTM D6400 EN 14995 ISO 17088	
ORG (Reino Unido) /European Bioplastics	EN 13432	
Keurmerkinstituut (Los Países Bajo) /European Bioplastics	EN 13432	
COBRO (Polonia) /European Bioplastics	EN 13432	
ABA (Australia) /European Bioplastics	EN 13432	
Vinçotte	EN 13432 ASTM D6400 EN 14995 ISO 17088	
BPI / USCC (Estados Unidos)	ASTM D6400	
FSWA (Finlandia)	EN 13432	
CIC (Italia)	EN 13432	
Avfall Norge (Noruega)	EN 13432	
JBPA	Sistema de identificación Green Pla	

Áreas de Aplicación y Tendencias Emergentes

Áreas de aplicación y tendencias emergentes de los bioplásticos

En la actualidad los bioplásticos cubren una amplia gama de aplicaciones: botellas, bolsas, bandejas, films para agricultura, utensilios desechables, etc. Según European Bioplastics y el Instituto de Bioplástico y Biocomposite (IfBB), el mayor volumen de bioplásticos se encuentra en aplicaciones del sector de envase y embalaje (botellas y otros envases), las cuales suponen 815.000 toneladas frente a las 1.161.000 toneladas totales (Figura 42).

Figura 42. Producción global de Bioplásticos en 2011 (en función de su aplicación).



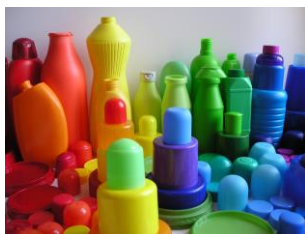
Fuente: European Bioplastics/Instituto de Bioplástico y Biocomposites (IfBB)

La Tabla 2 y Figura 43 muestran las principales aplicaciones actuales de los bioplásticos en los distintos sectores.

Tabla 2. Principales sectores y aplicaciones de los bioplásticos.

Sector	Aplicaciones
Envase y embalaje	Bolsas para residuos orgánicos domésticos, bolsas de compra, bandejas, mallas, envase flexible para uso alimentario, contenedores rígidos, botellas, etc.
Menaje	Vasos, tazas, platos, cubiertos, etc.
Construcción	Tuberías, perfiles, puertas exteriores, etc.
Automoción	Tapicería de interior, cubiertas de neumáticos de repuesto, neumáticos, etc.
Agricultura	Film acolchado, macetas, bolsas para restos vegetales, tuberías para riego, etc.
Óptico	Monturas gafas, lentes oftálmicas, etc.
Eléctrico- Electrónico	Carcasas de móviles, ordenadores portátiles, etc.
Textil	Fibras, productos acabados, etc.
Medicina	Materiales de costura, tornillos, implantes, etc.
Deporte y ocio	Zapatillas deportivas, botas de esquí, etc.
Juguete	Juguetes
Otros	Urnas funerarias, ataúdes, etc.

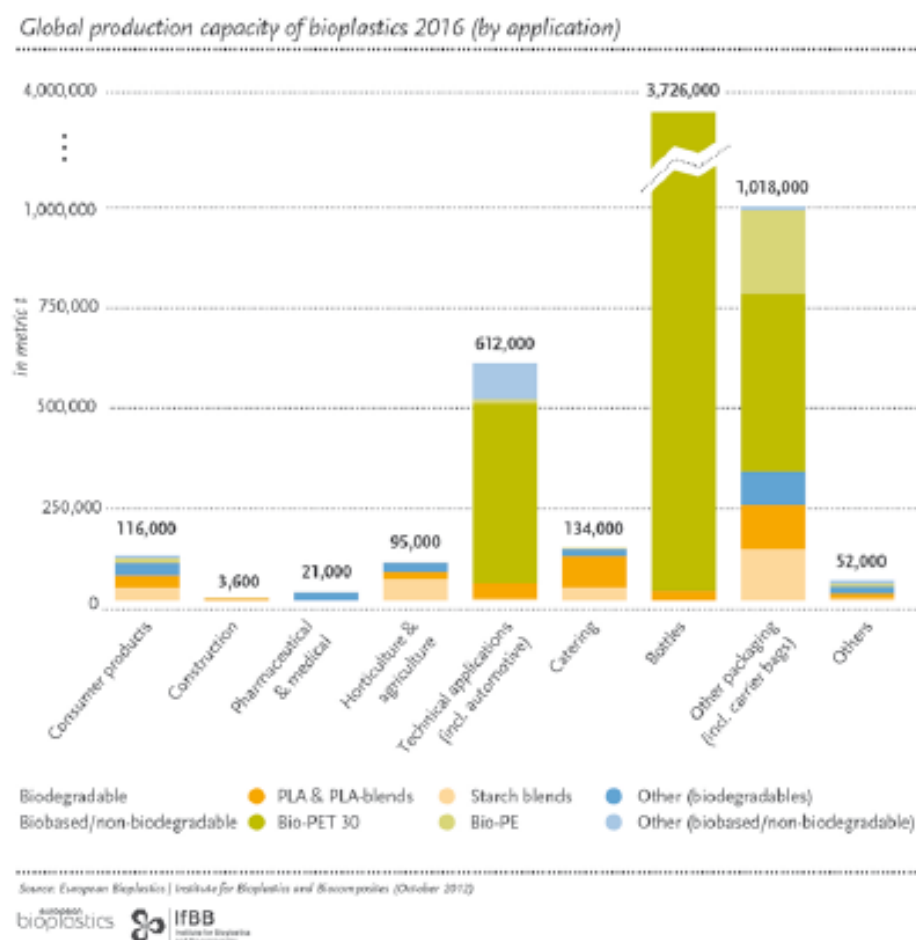
Figura 43. Principales aplicaciones de los bioplásticos.



En lo que respecta a las tendencias emergentes, se calcula que en los próximos años el mercado del envase y embalaje continúe demandando la mayor producción de estos materiales, con un total de 4,8 millones de toneladas en 2016 (Figura 44).

Además, se estima un importante crecimiento en el sector de automoción, destinando una producción mundial de 0,6 millones de toneladas en los próximos 3 años. Por otro lado, también se espera un incremento de la aplicación de estos materiales en otros sectores, aunque menos acusado que los casos anteriores.

Figura 44. Producción global de Bioplásticos en 2016 (en función de su aplicación).



Fuente: European Bioplastics/Instituto de Bioplástico y Biocomposites (IfBB)

Áreas de aplicación y tendencias emergentes de los biocomposites

El principal uso de los biocomposites reforzados con fibras naturales se centra hoy en día en aplicaciones no estructurales. Dentro de ellas, los composites basados en cáñamo y lino (fibras cortas y mats) están siendo utilizados en la industria de automoción Europea. En menor medida se utilizan en los sectores de la construcción (principalmente en Estados Unidos), del mobiliario, de la aeronáutica y del embalaje.

En la Tabla 3 se muestran algunos ejemplos de aplicaciones no estructurales para el cáñamo y el lino en distintos sectores.

Tabla 3. Aplicaciones no estructurales para el cáñamo y el lino en función del sector de aplicación

Sector	Aplicaciones
Automoción	Paneles para techos y puertas, para separar el motor de los compartimentos de los pasajeros, para el embalaje o bandejas de los maleteros, respaldos de asientos
Construcción	Tejados, elevadores de grano, tuberías, perfiles pultruidos, refuerzo del hormigón para el aislamiento térmico y acústico de los edificios, vallas, postigos, verjas, pavimentos (suelos de terraza, perfiles de exterior), apartaderos (tablillas, barandas de piscina)
Mobiliario	Pavimentos, pasamanos, paredes, cercados, marcos para ventanas y puertas
Aeronáutica	Elementos de paneles (termoplásticos) Alerones de estabilización de misiles y aviones, nervadura de alas y paneles, recubrimientos de las paredes del fuselaje, compartimentos de equipaje de mano, fuselaje de helicópteros (termoestables)
Envase y Embalaje	Cajas de huevos
Otros	Pasamanos, juguetes, bicicletas, carcasas de móviles

Aplicaciones en el Sector de Automoción

Desde el año 1999 hasta el 2005, la utilización de fibras naturales (a excepción de la lana y el algodón) en la industria automovilista alemana aumentó de las 9.600 a las 19.000 toneladas. Este rápido crecimiento muestra claramente las ventajas y el potencial de los biocomposites en automoción, principalmente en aplicaciones interiores, reduciendo el peso del vehículo hasta un 30 %. En la Tabla 4 se indica el contenido en fibras naturales para distintos componentes del vehículo.

Tabla 4. Contenido en fibras naturales para distintas partes de vehículos

Aplicación	Contenido en fibra (Kg)
Paneles interiores puertas delanteras	1.2 – 1.8
Paneles interiores puertas traseras	0.8 – 1.5
Paneles portaequipajes	1.5 – 2.5
Salpicaderos	< 2
Respaldos de asientos	1.6 – 2.0
Techos solares	< 0.4
Apoya cabezas	~ 2.5

Habitualmente, se incorporan una media de unos 10 a 15 kg de fibras naturales en cada coche europeo, mayoritariamente en partes interiores como paneles para las puertas o bandejas de maleteros.

Uno de los ejemplos más recientes es el Lotus Eco Elise, que fue presentado en el British International Motor Show en Julio de 2008. Este material se construye con materiales sostenibles (como cáñamo, lana ecológica o sisal), utilizando además tecnologías sostenibles y pinturas al agua. Pesa 32 kg menos que el coche Elise estándar.

Aplicaciones en la Industria de la Construcción

Las fibras naturales son también atractivas en aplicaciones de ingeniería civil como casas prefabricadas, baldosines, paneles o materiales de paredes (especialmente en países en desarrollo) debido a sus excelentes propiedades como aislantes térmicos y/o acústicos, a su bajo coste, a su disponibilidad, a los cortos tiempos de construcción y a las bajas emisiones de CO₂ (alrededor del 50 % de las emisiones de CO₂ en Inglaterra, proceden de construcciones civiles).

Aplicaciones en la Industria Aeronáutica

En la actualidad, diversos grupos de investigación (Universidades y Centros Tecnológicos) están estudiando la introducción de los composites reforzados fibras naturales en aeronáutica.

Estudios exhaustivos se han llevado a cabo primero con yute (y laminados híbridos de yute / fibra de vidrio) y más tarde sobre cáñamo, procesados con matrices termoplásticas y termoestables.

Según estas investigaciones, los composites basados en fibras naturales podrían ser utilizados en piezas estructurales no primarias debido a su bajo coste y buenas propiedades aislantes. De esta manera podrían emplearse en componentes interiores como cajas para sombreros, asientos, mesas o paneles laterales, así como en aplicaciones exteriores no estructurales como cúpulas de radar, envolturas aerodinámicas o uniones del fuselaje de las alas.

En cuanto a las tendencias emergentes en la industria global de las fibras naturales, existen diferentes aspectos que promueven el uso de los nuevos biomateriales en distintos sectores de aplicación, tal y como puede apreciarse en la Figura 45.

Figura 45. Aspectos que están favoreciendo la utilización de las fibras naturales en distintos sectores de aplicación



En lo que respecta a las tendencias emergentes en distintos sectores de aplicación, a continuación se muestran una serie de figuras en las que se detallan, por sector, las aplicaciones, los tipos de fibras naturales utilizadas, el grado de oportunidad y los factores impulsores:

Figura 46. Tendencias emergentes en el sector automoción

	Aplicación	Fibra	Grado Oportunidad	Factores Impulsores
 Panel puerta interior	Paneles puertas/insertos	Fibra de madera de kenaf/cáñamo	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Peso ligero • Bajo coste • Ecológico • Apoyo gobierno • Procesado ecológico • Posible reciclado térmico • Buenas propiedades acústicas y aislantes
	 Bandejas traseras del vehículo	Kenaf Lino	Medio	
 Respaldo	Respaldos	Lino	Medio	
	 Cubierta rueda repuesto	Lino	Medio	
 Insertos puerta	Otros revestimientos interiores	Kenaf Lino	Pequeño	
	Cesta rueda repuesto	Abaca	Medio	
	 Paneles, puertas tractor	Vidrio	Alto	


Paneles interiores


Bandeja trasera


Puertas tractor


Cesta rueda repuesto

Figura 47. Tendencias emergentes en el sector transporte

Imagen	Aplicación	Fibra	Grado Oportunidad	Factores Impulsores
	<i>Ferrocarril: paredes laterales, techos, carenados y compartimentos interiores</i>	Lino, cáñamo, kenaf, yute	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Peso ligero • Bajo coste • Ecológico • Apoyo gobierno • Posible reciclado térmico • Buenas propiedades acústicas y aislantes
Puertas pesquero	<i>Aeronáutica: paredes laterales, techos, carenados y compartimentos interiores</i>	Lino	Alto	
	<i>Naval: mesas, paneles interiores, puertas, escotillas, cubiertas, armarios, mástiles</i>	Lino, cáñamo, kenaf, yute	Medio-Alto	
Cubierta motor	<i>Autobuses: paneles interiores techos, paredes, portaequipajes, puertas traseras, cubierta motor</i>	Lino, cáñamo, kenaf, yute	Alto	
				
Escotillas				
				
Paneles interiores autobús				
				
Interiores ferrocarril				
				
Interiores aviones				

Figura 48. Tendencias emergentes en el sector construcción

Imagen	Aplicación	Fibra	Grado Oportunidad	Factores Impulsores
	<i>Entarimado</i>	Madera, lino, cáscara arroz, bagazo	Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Coste ciclo vida inferior • Mantenimiento bajo y sencillo • Baja absorción de humedad • Menor variabilidad que la madera • Respetuoso medio ambiente • Regulaciones gubernamentales
Tarima exterior	<i>Barandillas</i>	Madera, lino, cáscara arroz, bagazo	Alto	
	<i>Marcos ventana</i>	Madera, lino, cáscara arroz, bagazo	Alto	
Barandillas	<i>Cercados</i>	Madera, lino, cáscara arroz, bagazo	Medio	
	<i>Paneles</i>	Madera, lino, cáscara arroz, bagazo, fibra coco, tallos	Medio	
Marcos ventana				
				
Paneles				
				
Cercados				
				
Marcos puerta				

Figura 49. Tendencias emergentes en el sector energético






	Aplicación	Fibra	Grado Oportunidad	Factores Impulsores
 Poste recarga  Cajero automático	Energía eólica: aplicaciones para microeólica	Lino	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Coste ciclo vida inferior • Mantenimiento bajo y sencillo • Baja absorción de humedad • Menor variabilidad que la madera • Respetuoso medio ambiente • Regulaciones gubernamentales
	Energía solar: carcasas de paneles solares destinados al calentamiento de agua	Lino, cáñamo, yute	Alto	
	Coches eléctricos: carcasas protectoras del sistema eléctrico/electrónico en estaciones de recarga de vehículos eléctricos	Lino, cáñamo, yute, kenaf	Medio	
	Electricidad /electrónica: y cajas de contadores, equipos de iluminación, fusibles, interruptores, carcasas cajeros automáticos	Lino, cáñamo, yute, kenaf	Alto	
	 Paneles solares	 microeólica	 Frvolventes eléctricas	

Figura 50. Tendencias emergentes en otros sectores

	Aplicación	Fibra	Grado Oportunidad	Factores Impulsores
 Fundas ordenador  Fundas instrumentos musicales	Raquetas tenis	Lino	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Ligereza • Buenas propiedades antivibración • Bajo coste • Respetuoso medio ambiente
	Cuadro bicicletas, horquillas	Lino	Medio	
	Tablas snow	Cáñamo	Bajo	
	Caracasas móvil	Kenaf	Medio	
	Fundas ordenador portátil	Lino	Medio	
	Mobiliario urbano: papeleras, contenedores almacenamiento cargas y reciclado, pérgolas	Lino, cáñamo, yute, kenaf	Medio-Alto	
	Aplicaciones domésticas: cafeteras, tostadores, planchas	Yute	Medio	
 Cuadro bicicletas	 Contenedor cargas	 Raquetas tenis	 Contenedor pilas	 Tablas snow

Capítulo 6

Residuos de Bioplásticos y Biocomposites y su Gestión

Los residuos de los bioplásticos y biocomposites

Los bioplásticos y biocomposites son materiales menos empleados en la actualidad que los materiales plásticos tradicionales, aunque cada vez son más importantes y se espera, tal como se vio en el módulo 1, un crecimiento en los próximos años.

Cuando los productos hechos con estos materiales, terminan su vida útil, se convierten en residuos.

Un residuo, es cualquier sustancia u objeto del que se desprenda su poseedor o tenga la obligación de ello en virtud de las disposiciones legales vigentes. Según esta legislación existen dos tipos principales de residuos, de acuerdo con su peligrosidad: residuos peligrosos y residuos no peligrosos. La gran mayoría de residuos de bioplásticos y biocomposites son no peligrosos, aunque hay excepciones como por ejemplo los que conforman envases que han contenido sustancias peligrosas y que una vez vaciados, son considerados residuos peligrosos.

La cantidad de residuos generados a partir de bioplásticos y biocomposites, está creciendo, a la vez que lo hace el uso de los materiales de los que proceden.

Las características de los residuos dependerán de muchos aspectos, entre otros:

- Qué polímeros (naturaleza del polímero: termoplástico, termoestable o elastómero), cargas y aditivos están presentes y en qué cantidad.
- Cuál es el sector origen del residuo (por ejemplo industrial, doméstico, agrícola, etc.).
- Si se trata de un residuo pre-consumo o post-consumo.

Esta variación dará lugar a diferentes características del residuo que influirá en su posterior tratamiento. Algunas de las características son: suciedad/limpieza, residuo mezclado/residuo único, homogéneo/heterogéneo, degradado/no-degradado.

Los residuos presentan una problemática ambiental y económica por la gran cantidad de residuos que se generan y porque suponen por un lado un no-aprovechamiento de materia prima y por otro lado una necesidad de gestión.

Gestión de los residuos de bioplásticos y biocomposites

Los residuos deben ser gestionados adecuadamente.

La gestión de un residuo incluye la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluida las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

La gestión de los residuos va a venir dada en muchas ocasiones por los residuos concretos de que se trate, puesto que en algunos casos la legislación marca una serie de obligaciones para los mismos. Así por ejemplo para el caso de los residuos de envases ligeros (en los que se incluye los residuos de envases hechos con bioplásticos y biocomposites) en España el consumidor final lo depositaría en los contenedores amarillos que hay para tal fin y a partir de ahí comenzaría la gestión. En cambio si se tratara de otro artículo distinto a un envase, por ejemplo una muñeca hecha de bioplásticos o biocomposites, el consumidor final lo depositaría en el contenedor verde o de fracción resto, con lo que la gestión sería diferente.

La legislación europea (Directiva Marco de Residuos) y su transposición a la legislación nacional, establece la denominada jerarquía de residuos, que marca las prioridades en cuanto a las distintas operaciones a realizar relacionadas con los residuos. Estas prioridades no son

completamente rígidas, puesto que en algunos casos habría que analizar la viabilidad ambiental real de las alternativas.

Figura 51. Jerarquía de residuos.



Este enfoque permite que cada residuo se considere no sólo como una fuente potencial de contaminación que conviene reducir, sino también como un recurso disponible y susceptible de ser explotado.

Las actuaciones, según la jerarquía de residuos son:

- **Prevenición.** Conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:
 1. La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
 2. Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
 3. El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.
- **Preparación para reutilización.** Operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes

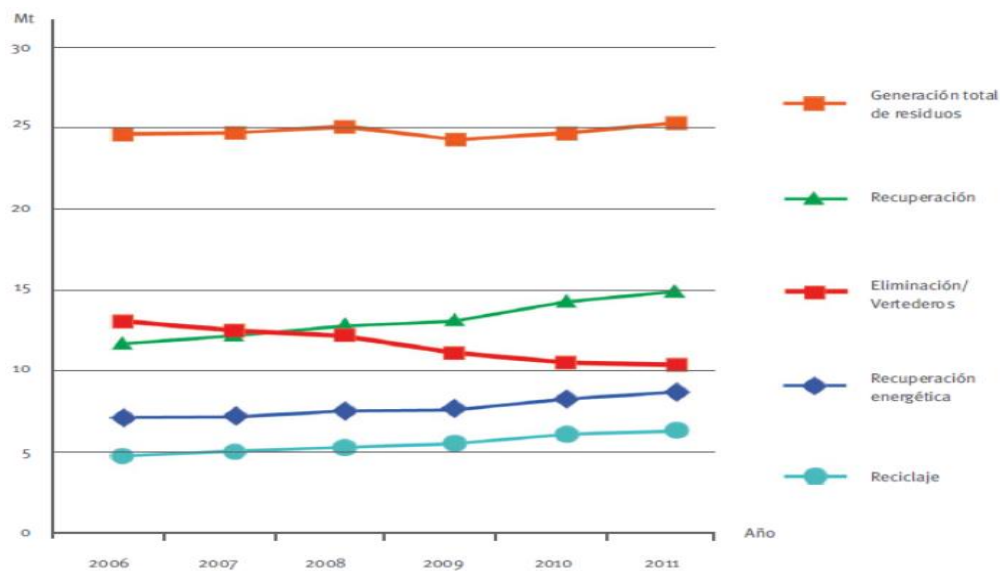
de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

- **Reciclado material.** Toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.
- **Reciclado energético.** Toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados en energía o en materiales que se vayan a utilizar como combustibles.
- **Eliminación.** Cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía.

Dentro de estas posibilidades, la preparación para su reutilización, el reciclado material y el reciclado energético son operaciones de valorización de residuos. La valorización consiste en sacar valor (en forma de materia o energía) a los residuos, sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicio al medio ambiente.

La gestión de residuos plásticos ha ido mejorando en los últimos años, hacia una mayor valorización (con un crecimiento de un 5-6% anual) frente a la eliminación de residuos. Esta eliminación es mayoritariamente por depósito en vertedero. Esta situación es acorde con el objetivo de “cero residuos plásticos en vertedero” para el año 2020, aunque todavía las cifras reales están alejadas de dicho objetivo.

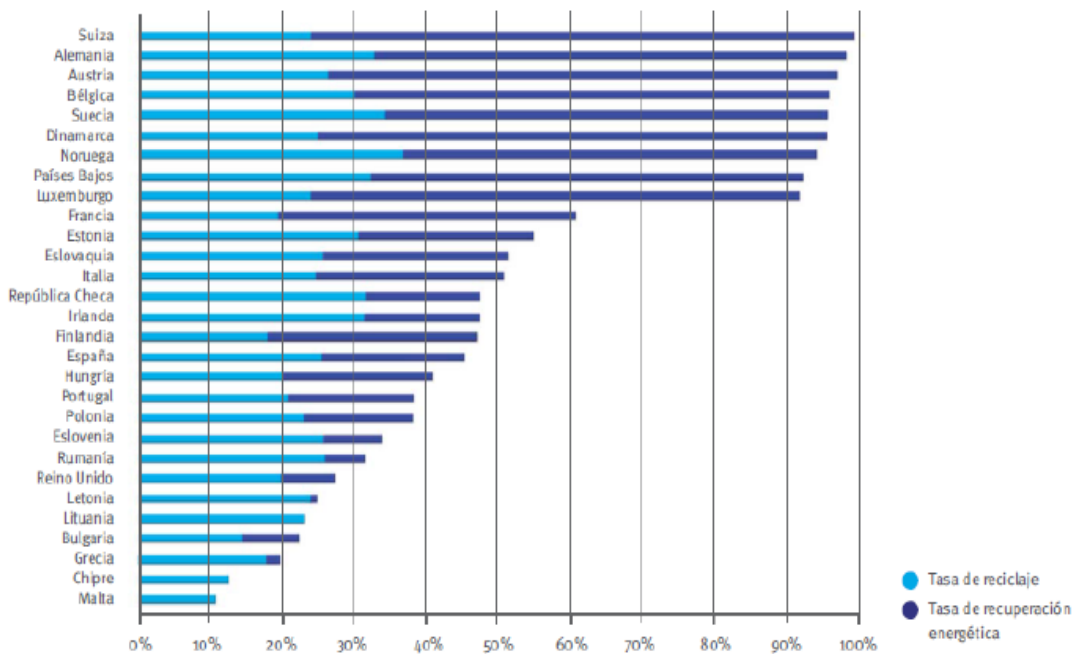
Figura 52. Generación y gestión de residuos plásticos en Europa (2006-2011).



Fuente: *Plastics Europe*

La situación varía entre los diferentes países europeos, tal como se observa en la figura 3.

Figura 53. Gestión de residuos plásticos post-consumo año 2011.



Fuente: *Plastics Europe*.

En la figura anterior se muestra las diferentes posibilidades de gestión de residuos plásticos por país en porcentaje con respecto al residuo plástico generado. La diferencia entre el 100% y las dos barras de color (correspondientes a reciclado mecánico y reciclado energético) es el residuo plástico que es eliminado.

Las soluciones de gestión de residuos plásticos son diferentes en cada país, puesto que depende de muchos factores como: las infraestructuras existentes, estrategias nacionales de gestión y tecnologías disponibles.

Conclusiones

A través de esta investigación se puede establecer un alto grado de conciencia sobre conocer el potencial y el aporte ecológico, además del aprovechamiento de los recursos naturales renovables que constituyen sus principales baluartes.

El estado actual de la industria ocupa nichos de mercado totalmente demarcados, debido entre otras cosas al alto costo de los bioplásticos y biocomposites, y por la baja resistencia a la acción de microorganismos en aplicaciones a la intemperie y en productos de larga vida útil.

Entre más masificación en el mercado tengan los biopolímeros cada vez serán más accesibles y por tal motivo el usuario final será el más beneficiado.

Los biopolímeros son una excelente alternativa para mitigar el impacto ambiental y pueden sustituir a los polímeros sintéticos o convencionales en algunas aplicaciones específicas.

El impacto ambiental causado por la propagación de polímeros sintéticos a gran escala debería ser reevaluado por las compañías en el momento del desarrollo de nuevos productos, además por las autoridades para que generen la legislación requerida para el manejo de residuos sólidos urbanos en función con las capacidades tecnológicas de cada país y la realidad socio económicas de cada continente.

El gran reto de la industria es generar mecanismos que permitan al consumidor final conocer claramente los beneficios de los biopolímeros, beneficios que se verán reflejados en un lapso de tiempo cercano gracias a la contribución inmediata que pueden generar a nivel global y específicamente a la protección del medio ambiente.

Bibliografía

- **Corbion.** 2014. Bioplasticos PLA. [En línea] 2014. [Citado el: 4 de Agosto de 2014]
[http:// http://www.corbion.com/media/75646/corbionpurac_bioplastics_brochure.pdf](http://www.corbion.com/media/75646/corbionpurac_bioplastics_brochure.pdf)
- **Tecnología del plástico.** 2009. Entendiendo las diferencias entre compostables, bioplásticos y biodegradables. [En línea] 2009. [Citado el: 09 de septiembre de 2009]
[http://www.plastico.com/temas/Entendiendo-las-diferencias-entre-compostables,-
bioplasticos-y-biodegradables+95010](http://www.plastico.com/temas/Entendiendo-las-diferencias-entre-compostables,-bioplasticos-y-biodegradables+95010)
- **Alcaldía Mayor de Bogotá.** Proyecto de acuerdo No 48 de 2015. [En línea] 2015.
[Citado 08 de Enero de 2015]
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60675>
- Harper, Charles A., 2000,
Modern Plastic Handbook,
EEUU., McGraw Hill