



**Revisión de los avances en el desarrollo de polímeros biodegradables, su producción y comercialización en México para su uso en envase y embalaje (Packaging).**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Licenciatura en Diseño Industrial**

Presenta:

Sandra Olivia Rubio Reyes.

Dirigida por:

Dr. Israel Marcos Santillán Méndez.

SINODALES:

Dr. Israel Marcos Santillán Méndez.

Presidente

\_\_\_\_\_  
Firma

Dr. Andrés Antonio Acosta Osorio

Secretario

\_\_\_\_\_  
Firma

Ing. María Luisa Balderas Escamilla

Vocal

\_\_\_\_\_  
Firma

Quím. Cecilia Hernández Garciadiego

Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

MDI. Martha Lucía Saavedra Rivera

Suplente

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Dr. Aurelio Domínguez González

Director de la Facultad de Ingeniería

«Diseñar significa establecer entre el pensar y el hacer una mutua referencia. La estética sin ética se aproxima al fraude, no únicamente su forma exterior. El criterio del uso incluye los efectos sociales y ecológicos [...] también hoy con invitaciones a disfrutar de todo. Atrás está la posguerra, atrás la revuelta del 68, atrás los tiempos de los movimientos sociales, nos instalamos en la sola belleza aun sabiendo que pronto nos ahogaremos en la basura y que el mundo está a punto de reventar. Atrás quedan las utopías de una nueva sociedad [...] Los méritos supremos de la sociedad meritocrática son el embellecimiento, el 'styling' y el diseño. Vivimos por ahora en una sociedad de diseño del aderezo [...] El diseño consiste en adecuar los productos a las circunstancias a que están adscritos y esto significa sobre todo adaptarlos a circunstancias nuevas. En un mundo que cambia también los productos deben cambiar. Cuanto más grave es la situación del mundo más bello debe parecer...»

Otl Aicher. *El Mundo como Proyecto*.

*Fuente: RODOLFO FERNÁNDEZ ALVAREZ. Diseño cómplice o diseño ético. Foro Alfa.*

## RESUMEN

El uso de los biopolímeros como materia prima para el desarrollo de packaging, no es todavía relevante en México, por lo que la disposición de este tipo de polímeros es limitada.

Para el desarrollo de packaging sustentable, el uso de este tipo de materiales es un elemento importante, sin embargo no es el único. Múltiples factores influyen en el desarrollo sustentable de productos: normas, procesos productivos, ciclos de vida y estrategias de diseño. Con el objetivo de dar a los diseñadores herramientas y un panorama del estado del arte del packaging sustentable en nuestro país, estos factores son algunos de los temas que se han incluido en el presente trabajo,

Nuestro país requiere la elaboración de una política integral de desarrollo sustentable para poder traducir la desventaja en que se encuentra el país en una abundante fuente de oportunidades, ya que en México todavía no se ha comprendido la necesidad de desarrollar productos sustentables; se ha comenzado a tener consciencia de la problemática pero todavía hay mucha confusión e ignorancia.

A mis hijos...

Daniela, Leonardo y Elizabeth que me han dado las mayores alegrías y enseñanzas de la vida y porque vale la pena poner el corazón en cualquier aventura que se desee emprender.

No hay nada eterno, todo es efímero

A Israel...

Porque lo esencial es invisible para los ojos.

Con especial agradecimiento a mis sinodales...

Ceci, María Luisa, Marthalú y Andrés.

Cada uno de ustedes, quizá sin darse cuenta, en diferente momento y con diferente apoyo o enseñanza me ayudaron a concluir esta aventura que en momentos parecía difícil. Me une a ustedes un vínculo de respeto y gratitud.

Agradezco porque estuvieron en el instante preciso, gracias por ser parte de esto y por dejar una huella en mi camino.

# ÍNDICE

	CAPÍTULO	PÁGINA
Resumen		i
Dedicatoria		ii
Agradecimientos		iii
Índice		iv
Índice de tablas		vi
Índice de figuras		vii
Índice de anexos		viii
Glosario		ix
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>I</b>	<b>1</b>
<b>NORMATIVIDAD</b>	<b>II</b>	<b>5</b>
Normas Nacionales		6
Normas internacionales		8
ASTM		8
ISO		12
Comunidad Europea		13
Aplicación de las Normas		17
Certificaciones (Ecoetiquetado)		21
<b>MATERIALES</b>	<b>III</b>	<b>25</b>
Materiales Tradicionales		25
Plásticos		25
Papel y Cartón		29
Metales		33
Vidrio		34
Biopolímeros		35
Aspectos Generales		35
Ácido Poliláctico (PLA)		39
Polihidroxicanoatos (PHA's)		41
Plásticos Biogenerados		42
Poliuretanos (PUR)		42
Poliamidas Biogeneradas (Nylon)		43
Polímeros Celulósicos (fibras celulósicas)		44
<b>PROCESOS PRODUCTIVOS</b>	<b>IV</b>	<b>48</b>
Procesos Para la Producción de Envases		49
Procesos Relacionados al Sistema de Envasado		51
Herramientas de Evaluación Ambiental		56
Análisis del Ciclo de Vida (LCA)		56
Administración del Ciclo de Vida del Producto (PLM)		57
La Filosofía de la cuna a la cuna (Cradle to cradle)		58
Huella Ambiental de las Organizaciones (Comunidad Europea)		59
<b>INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>	<b>V</b>	<b>61</b>

	CAPÍTULO	PÁGINA
Envases del futuro (Inteligentes, Activos e Ingeniosos)		62
Desarrollos en los Centros de Investigación		63
Aplicaciones en el mercado		70
<b>ESTADO DEL ARTE DEL PACKAGING SUSTENTABLE</b>	<b>VI</b>	<b>71</b>
Sustentabilidad		71
Símbolos de Reciclaje y Ecoetiquetas usadas en México		74
Mercadeo		77
Aplicaciones de Ecodiseño en el Packaging		80
<b>ESTRATEGIAS DE DISEÑO</b>	<b>VII</b>	<b>82</b>
Guía de Ecodiseño para el Sector del Plástico		82
Estrategias de la Alianza del Packaging Sustentable		85
Estrategia de Ecodiseño		91
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>VIII</b>	<b>92</b>
ANEXOS		97
<b>LITERATURA CITADA</b>		<b>114</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Gestión de los residuos según instancia involucrada. Fuente: SEMARNAT-INE	7
2	Normas ASTM. Comité D20.96 sobre plásticos degradables ecológicamente y los productos de base biológica.	9
3	Ejemplo de la muestra de resultados en la aplicación de las normas: Biodegradación de especímenes de suelo de jardín por medio de ASTM 5988-03. Fuente: Stevens, 2010	18
4	Errores frecuentes al referenciar en etiquetas la aplicación de las normas. Basada en información de Stevens, 2010	19
5	Comparación de los tipos de ecoetiquetado. Fuente: AIMPLAS	21
6	Clasificación de los polímeros de acuerdo a su aplicación en el packaging. Fuente: Brobow, Rabanal & Testa, 2009	27
7	Tipos de papel usados en Packaging. Fuente: AMEE, 2009	30
8	Tipos de flautas para cartones corrugados	31
9	Metales usados en el packaging	34
10	Procesos básicos de manufactura de envases. Fuente: (Brobow, Rabanal, & Testa, 2009)	49
11	Principales aplicaciones de los envases activos, inteligentes e ingeniosos	62
12	Instituciones en México con más laboratorios dedicados a la I&D de la nanotecnología	67
13	Centros de investigación de nanotecnología en México. Fuente: Zaguayo-Lau & Foladori, 2010	67
14	Ejemplos de aplicaciones de packaging inteligente	70
15	Codificación para el reciclaje de plásticos de acuerdo a Sociedad de la Industria del Plástico (SPI).	74
16	Señalética más utilizada en las etiquetas, en México.	74
17	Aplicaciones de packaging sustentable	81
18	Estrategias de diseño relacionadas al ciclo de vida del producto. Fuente: AIPLAST	83
19	Relación acciones-estrategias de ecodiseño. Fuente: AIMPLAS	84
20	Estrategias e indicadores de la clave de rendimiento (KPIs) Fuente: Lewis, 2007	86

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Desarrollo de un conjunto envase/embalaje. Fuente: Cervera Fantoni	1
2	Generación de los residuos sólidos urbanos	3
3	Evolución de los materiales y el concepto de sustentabilidad	4
4	Eco etiqueta de la Unión Europea.	21
5	El Bucle de Möbius	22
6	Eco etiqueta del Ciclo de vida.	23
7	Eco etiqueta Compostable de DIN CERTCO	23
8	Eco etiqueta Ok biobased	23
9	Eco etiqueta Ok compost.	24
10	Logo de la certificación FSC.	32
11	Tipos de reciclaje	35
12	Formas usuales de degradación	36
13	Fuentes de producción de biopolímeros	37
14	Fig. Ciclo de vida del ácido poliláctico (PLA). Fuente: Purac	40
15	Degradación de PHA en condiciones tropicales. Fuente: Serrano Riaño, 2010	42
16	Principales productores mundiales de biopolímeros, su nombre comercial y tipo de producto.	47
17	Envasado stand up pouch	55
18	Spouts Simpliqueeze® para envases flexibles de la empresa Aptar.	55
19	Etapas del Análisis de Ciclo de Vida.	56
20	Filosofía Cradle to Cradle. Fuente: Barone Lumaga 2009.	58
21	Proyecto IsaPack	64
22	Proyecto NanoBarrier	64
23	Proyecto ChampiPack	64
24	Proyecto SensoPack	64
25	El buen diseño por Noé Marcial	72
26	Ciclos de vida Biológica e Industrial Fuente: Sustainable Packaging Coalition®	72
27	Certificación FSC	77
28	Logo de la empresa Bimbo. Empaque 100% degradable	78
29	Publicidad del agua Ciel®	79
30	Logo TerraCycle	80
31	Principios del packaging sustentable de la SPA	85
32	Estrategias y elementos del desarrollo sostenible de productos. Adaptación basada y traducida de la fuente: (Tukker, Eder, Charter, Haag, Vercauteren, & Wiedmann, 2001)	91
32	Estado del arte del packaging sustentable en México con respecto a el eco diseño en Europa	96

# ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Empresas y comunidades que cuentan con certificado FSC de cadena de custodia en México julio 2012. (FUENTE: FSC México)	97
2	Absorbedores, sus aplicaciones y compuestos. Fuente: Agnieszka Bilka, 2011	100
3	Tablas de eco etiquetas tipo I. (FUENTE: AIMPLAS)	101
4	Tabla de acciones de ecodiseño (FUENTE: AIMPLAS)	102

# GLOSARIO

**BIOPLÁSTICO.** Plástico de origen natural producido por un organismo vivo y sintetizado a partir de energías renovables. Fabricados, entre otros compuestos, a partir de almidón, celulosa y aceites vegetales.

**COMPOST.** Biodegradación de los residuos orgánicos por medio de un proceso de adecuada aireación, humedad y flora microbiana aerobia, obteniéndose en pocos meses abono para ser usado en la agricultura y la horticultura.

**ECOETIQUETA.** Etiqueta que proporcionan valor agregado a los productos, avaladas por organismos basados en normas internacionales.

**ENVASE.** Es todo producto, fabricado con materiales de cualquier naturaleza, utilizado para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo.

**ENVASES ACTIVOS.** Son los que tienen la función de aumentar la protección del alimento.

**ENVASES INTELIGENTES.** Es el sistema de embalaje capaz de llevar funciones inteligentes (senzar, grabar, detectar, comunicar, aplicando la lógica científica) para extender la vida útil, aumentar la seguridad, mejorar la calidad, proveer informaciones y advertir sobre posibles problemas del alimento.

**ENVASES INGENIOSOS.** Son los que reúnen las características de los envases activos y los envases inteligentes.

**MATERIAL BIODEGRADABLE.** Son los materiales cuyas estructuras químicas se pueden degradar a partir de hongos, bacterias o microorganismos existentes en la naturaleza en un periodo de tiempo determinado.

**MATERIAL BIOGENERADO.** (También biooriginado o biobasado) Material que se produce todo o en gran parte, a partir de un compuesto biológico vivo o renovable animal o vegetal.

**MATERIAL SUSTENTABLE.** Es aquél cuyo proceso de extracción, manufactura, operación y disposición final tenga un impacto ambiental bajo o prácticamente inexistente; que su

elaboración y distribución sea económicamente viable, y que durante toda su vida útil no haya comprometido la calidad de vida de los seres vivos que hayan estado de alguna manera relacionados con él, incluyendo al ser humano.

**NANOCIENCIA.** Ciencia que involucra la investigación y descubrimiento de nuevas características y propiedades de los materiales en la nano escala, cuyo rango va de 1 a 100nm

**NANOCOMPUESTO.** Material compuesto por dos o más componentes; el de mayor porcentaje se le denomina matriz y el de menor porcentaje se le denomina carga la cual debe de estar homogéneamente dispersa y en tamaño manométrico.

**OXOBIODEGRADACIÓN.** Es el proceso de degradación que se da en presencia del oxígeno por un proceso de oxidación. Para conseguir la oxobiodegradación en los plásticos es necesario agregar un aditivo llamado masterbach, hecho a base de polímeros. El proceso de oxobiodegradación es acelerado por luz, temperatura (calor) y estrés, la degradación termina con los micro-organismos que consumen el material.

**PACKAGING.** Es el conjunto de elementos que permite presentar la mercancía a su eventual comprador bajo un aspecto lo más atractivo posible y en un volumen lo más conveniente para la unidad de consumo, en relación con sus medios y costumbres. Incluye, por consiguiente, las operaciones de envasar, embalar, etiquetar, envolver y precintar

**PLÁSTICO BIODEGRADABLE.** Plástico degradable el cual sufre degradación por acción de microorganismos naturales como bacterias, hongos y algas.

**PLÁSTICO DEGRADABLE.** Plástico diseñado para sufrir cambios significativos en su estructura química bajo condiciones ambientales específicas, resultando en pérdida de algunas de sus propiedades que pueden ser medidas por métodos normalizados de evaluación, adecuados a plásticos y a la aplicación en un período de tiempo que determine su clasificación.

# introducción

La revolución industrial fue el detonador para el desarrollo tecnológico mundial, lo que permitió que toda clase de bienes se fabricaran en grandes cantidades. Debido a esto la necesidad de llevar los bienes a los consumidores de forma segura requirió del desarrollo de la industria del envase y embalaje.

La industria productora de bienes debe transportar sus productos y garantizar su calidad. Para poder transportar sus productos a grandes distancias y no sufrir daño o deterioro alguno, dependiendo de las características y necesidades del producto, hacen uso de algunos o todos los niveles del envase: primarios, secundarios, terciarios (fig. 1).

Para el presente trabajo, estos niveles de envase y embalaje se resumirán bajo el término

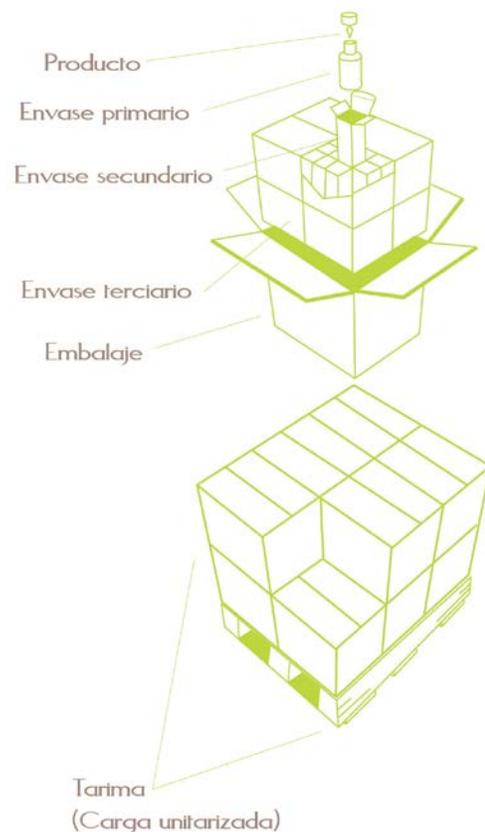


Figura 1. Desarrollo de un conjunto envase/embalaje. Fuente: Cervera Fantoni

de packaging, el cual es de uso extendido en la literatura, y de acuerdo a Ángel Cervera se define como "...las funciones de protección y comunicación quedan englobadas en el término anglosajón packaging, el cual puede definirse como un conjunto de elementos que permite presentar la mercancía a su eventual comprador bajo un aspecto lo más atractivo posible y en un volumen lo más conveniente para la unidad de consumo, en relación con sus medios y costumbres. Incluye, por consiguiente, las operaciones de envasar, embalar, etiquetar, envolver y precintar..." (Cervera Fantoni, 2003).

El consumo masivo de productos y el packaging usado para proteger los productos se hace evidente en los tiraderos de basura, en México, anualmente se generan 5,679 mil toneladas de residuos derivados de la celulosa y 4,173.60 mil toneladas de plásticos (SEMARNAT, 2012). Ante este panorama, grandes empresas se están comprometiendo con reducir al máximo la generación de basura que ocasionan sus productos. Para lo cual, a nivel mundial, se está invirtiendo en la investigación y desarrollo de nuevos materiales más benévolos con el medio ambiente.

Por otro lado, en nuestro país las condiciones económicas son difíciles por lo que un alto porcentaje de la población tiende a la generación de auto empleos, los cuales en algunas ocasiones logran estabilidad y se consolidan como micro o pequeñas empresas. Estas nuevas empresas requieren también del uso del packaging para distribuir sus productos. Pero debido al desconocimiento, falta de asesoría o accesibilidad en cuanto a materiales menos contaminantes y métodos de aplicación recurren a sistemas de packaging que no aportan mejoras a la problemática ambiental que vivimos hoy en día. Pero el error en el sistema de packaging utilizado no es su responsabilidad, si no de los profesionales a los que ellos se acercan y dan la solución a la problemática. Aunque solo se requiera de un envase primario, si el profesional cuenta con los conocimientos suficientes podrá proporcionar la propuesta sustentable adecuada.

## Generación de Residuos Sólidos Urbanos



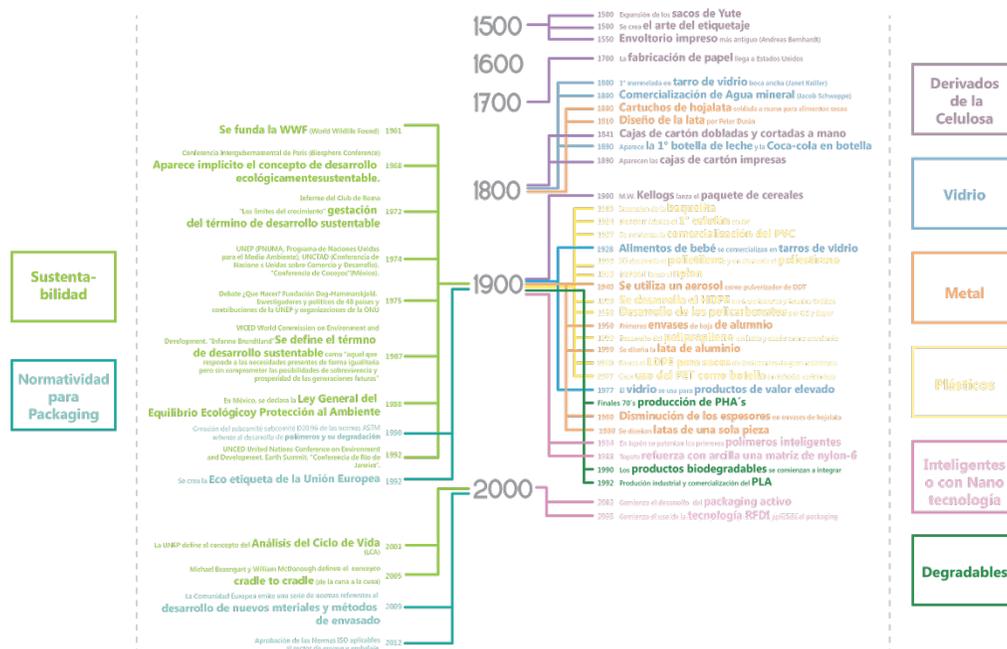
Fuentes de consulta: FIMPA 1997. Plásticos y desechos pág. 14-15. Buenos Aires, Argentina / SEMARNAT 2012. Compendio de estadísticas ambientales. México/ Animal Político 3 Enero, 2012. Un estadio Azteca lleno de residuos y otros datos sobre residuos en el DF. México.

Figura 2. Generación de los residuos sólidos urbanos

Históricamente, la producción de los polímeros sintéticos comenzó a principios del siglo XX, y es hasta después de mediados de este mismo siglo cuando se comienza a tener consciencia del daño que se está causando al medio ambiente, (figura 3) por lo que los términos de sustentabilidad comienzan a gestarse en este mismo tiempo, y es a finales de los años 70's con el desarrollo del biopolímero PHA comienza el desarrollo de materiales más benévolos con el medio ambiente.

El presente trabajo destaca en su título los biopolímeros debido a que, de primera instancia, son los materiales que pueden aportar una mejora considerable en el desarrollo de packaging sustentable. Sin embargo con el objetivo de proporcionar al diseñador industrial un panorama más completo acerca de las herramientas y conocimientos que se requieren para la gestación y desarrollo de este tipo de packaging, el trabajo es pues la revisión de los conceptos de los factores involucrados para el desarrollo del packaging sustentable: Normas, procesos productivos, materiales (con especial énfasis en los polímeros naturales), comprenden los tres primeros capítulos; los capítulos 4 y 5 son acerca del estado del arte en cuanto a la investigación y desarrollo de los nuevos materiales a nivel mundial, y del packaging sustentable en México; el capítulo 6 es acerca de la revisión de las estrategias de diseño aplicables al desarrollo sustentable de packaging; concluyendo el trabajo en el capítulo 7.

## Evolución de los Materiales y el concepto de Sustentabilidad



Fuentes: Foladori, G., Tomassino H. 2000. El Concepto del desarrollo Sustentable treinta años después. / Steven, Sonsino 1990. Packaging, diseño, materiales. Barcelona, España / Asadi, G., Mousavi, M. Application of Nanotechnology in Food Packaging

Figura 3. Evolución de los materiales y el concepto de sustentabilidad.

# capítulo I | normatividad

Este capítulo introduce sobre los aspectos legales y lineamientos a nivel nacional e internacional que involucran el desarrollo y diseño integral de los envases y embalajes, e introduce la normatividad involucrada en el ciclo de vida de estos; tal es el caso de las leyes relacionadas con la gestión de los residuos urbanos que se generan en nuestro país y las normas recientemente generadas para la mejora y desarrollo de polímeros con la capacidad de ser degradables o compostables de la Comunidad Europea, así como normas para el desarrollo de envases inteligentes o activos.

Es conveniente señalar, como nota aclaratoria, que las leyes son emitidas por las autoridades correspondientes del gobierno de cada país y por tal razón, son de carácter obligatorio. En cuanto a las normas, estas son emitidas por organizaciones no gubernamentales, son de carácter voluntario y su aplicación y uso es un aspecto que se ve involucrado en la misión y visión de cada empresa o individuo. Sin embargo el acatamiento de las normas internacionales se ve reflejado en la obtención de certificaciones, las cuales a su vez pueden repercutir favorablemente a la empresa.

## NORMAS NACIONALES.

En el caso de México, existen dos tipos de normas aplicables a los envases y embalajes:

### 1. NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM).

Estas son de carácter obligatorio, emitidas por dependencias del gobierno.

En cuanto a manejo de residuos e impacto ambiental, los lineamientos se dan a través de diferentes instancias (Tabla 1) como la *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Medio Ambiente (LGEEPA)*. En materia de Impacto Ambiental (SEMARNAT, 2004). En cuanto a residuos, menciona que esta ley es responsable de emitir las NOM relacionadas a cualquier tipo de residuos, la bibliografía consultada solo da prioridad al tratamiento, confinamiento y la eliminación de residuos peligrosos y radioactivos, a través de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)*

La LGEEPA en el artículo 141 contempla: *“La Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Economía y de Salud, expedirá normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.”* En general las NOM publicadas atienden aspectos de protección, regulaciones de etiquetado, especificaciones técnicas de algunos materiales como el vidrio, cartón, maderas y metales.

Instancia	Responsabilidad y Funciones
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar políticas y estrategias para el control ambiental.</li> <li>• Coordinar los programas nacionales para la gestión ambiental.</li> <li>• Normar y fiscalizar el marco regulatorio ambiental.</li> <li>• Fomentar la creación de infraestructura en coordinación la SEDESOL</li> <li>• Elaborar políticas y estrategias para el control sanitario.</li> </ul>
Secretaría de Salud (SSA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normar y fiscalizar en materia de salud.</li> <li>• Elaborar planes para la prevención de riesgos ocupacionales y de riesgos para la salud pública en las distintas etapas del manejo de los RSU.</li> <li>• Coordinar los programas nacionales para el saneamiento ambiental.</li> </ul>
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar la creación de infraestructura (en coordinación con la SEMARNAT)</li> <li>• Apoyar la gestión de los RSU en sus respectivos ámbitos (turismo, industria, pesca, energía y minas, transporte, vivienda, otros).</li> </ul>
Otras Secretarías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación del manejo de los RSU en sus respectivos ámbitos de intervención.</li> <li>• Manejo de los RSU: recolección, transferencia y depósito final.</li> </ul>
Gobiernos Municipales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación del marco regulatorio local.</li> <li>• Aplicación de sanciones por incumplimiento en el manejo de los RSU.</li> <li>• Formulación e implementación de tarifas obligatorias por los servicios prestados.</li> </ul>

Tabla 1. Gestión de los residuos según instancia involucrada. Fuente: SEMARNAT-INE

## 2. NORMAS MEXICANAS (NMX).

Las emiten los Organismos Nacionales de Normalización y la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía. Estas son de carácter voluntario. Al igual que las NOM, las normas existentes son de regulaciones en aspectos técnicos de los envases y sus materiales. Sin embargo, no se encontraron ni en las NOM ni en las NMX lineamientos que hablen respecto a estándares o pruebas de degradación de los materiales que se confinan en los rellenos sanitarios, ni sobre aspectos de compostabilidad.

## NORMAS INTERNACIONALES.

### NORMAS ASTM.

Son normas voluntarias, creadas por la Organización Internacional ASTM formada por productores, usuarios, consumidores, académicos y expertos de más de 100 países, que pueden trabajar o no en la industria y que no tienen poder de decisión en la misma industria. Estas normas son reconocidas por su alta calidad técnica y su congruencia en el mercado. Son fuente importante de información para el diseño, fabricación y comercialización a nivel mundial.

Las principales normas que se han publicado son aplicables a los polímeros y su degradación, desde 1990 el subcomité D20.96 de las normas ASTM (Tabla 2) es el responsable de las normas que tratan de temas como ensayos de exposición a intemperie, envejecimientos por calor de los plásticos, biodegradación anaeróbica y aeróbica, materiales residuales después del compostaje, condiciones de compostajes industriales y municipales, biodegradación de los materiales plásticos y en condiciones de relleno sanitario birreactor acelerado (ASTM, 2011).

La acreditación de las normas requiere de un proceso, en el cual los organismos de certificación y organismos de inspección, así como laboratorios de

ensayo, calibración y clínicos; reconocen la confiabilidad y competencia técnica del solicitante a tal acreditación. Evaluando los requisitos y especificaciones del producto o sistema, conforme a la norma, comprobando su cumplimiento.

D3826-98 (2008) Práctica Estándar para la Determinación de Punto Final degradación en polietileno y polipropileno degradable Utilizando un ensayo de tracción

D5071-06 Práctica estándar para la exposición de plásticos fotodegradables en un aparato de arco de xenón

D5208-09 Práctica estándar para fluorescente ultravioleta (UV) La exposición de los plásticos fotodegradables

D5210-92 (2007) Método de prueba estándar para determinar la biodegradación anaeróbica de los materiales plásticos en la Presencia de lodos de depuradora municipal

D5272-08 Práctica estándar para la prueba de exposición al aire libre de plásticos fotodegradables

D5338-11 Método de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de materiales plásticos bajo condiciones controladas de compostaje, incorporación de temperaturas termófilas

D5511-12 Método de prueba estándar para determinar la biodegradación anaeróbica de materiales plásticos Bajo alto contenido de sólidos de la digestión anaerobia Condiciones

D5526-12 Método de prueba estándar para determinar la biodegradación anaeróbica de los materiales plásticos en condiciones de vertedero acelerados

Método de Ensayo D5988-12 estándar para determinar la biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en el suelo. (Ver también WK31412 revisión propuesta)

D6340-98 (2007) Métodos de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de materiales plásticos radiomarcados en un medio acuoso o compost

D6400-12 Especificación estándar para el etiquetado de plástico, que se aerobiamente compostados en instalaciones municipales o industriales. (Ver también WK32784, WK37893, WK38625 revisiones propuestas)

D6691-09 Método de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en el medio marino por un consorcio microbiano Definido o inóculo natural de agua marina

D6866-12 Métodos de prueba estándar para determinar los contenidos de base biológica sólidos, líquidos, gaseosos y muestras utilizando análisis de radiocarbono. (Ver también WK30126 revisión propuesta)

D6868-11 Especificación estándar para el Etiquetado de los productos finales que incorporan plásticos y polímeros como recubrimientos o aditivos con papel y otros soportes Diseñado para ser aerobiamente compostados en instalaciones municipales o industriales

D6954-04 Guía estándar para la exposición y prueba de plásticos se degradan en el medio ambiente mediante una combinación de oxidación y biodegradación

D7026-04 Guía estándar para el muestreo y la comunicación de los resultados para la determinación del contenido de base biológica de los materiales a través de análisis de isótopos de carbono. (Ver también WK38737 revisión propuesta)

D7075-04 Práctica estándar para la evaluación y presentación de informes medioambientales de los productos de base biológica

D7081-05 Especificación estándar para no flotante plásticos biodegradables en el medio marino

D7444-11 Práctica estándar para el calor y la humedad Envejecimiento de plásticos degradables por oxidación

D7473-12 Método de prueba estándar para la deserción de peso de los materiales plásticos en el medio marino por Open incubaciones sistema del acuario

D7475-11 Método de prueba estándar para determinar la degradación aeróbica y la biodegradación anaeróbica de materiales plásticos bajo condiciones aceleradas de biorreactores de rellenos sanitarios

#### **Nuevas normas propuestas bajo la jurisdicción del D20.96**

WK17751 nuevo método de ensayo para determinar la biodegradación de los materiales plásticos en el medio marino por Open incubaciones sistema del acuario

WK23979 nueva práctica para la determinación de la oxidación en Plásticos por análisis FT-IR

WK29802 Nueva especificación del Plástico biodegradable en condiciones aerobias en el ambiente del suelo

WK32805 nuevo método de prueba para la desintegración de plásticos compostables y productos en un sistema a escala piloto de compostaje aeróbico

WK34454 nuevos métodos de ensayo para el método estándar para determinar la desintegración de los plásticos compostables y otros materiales en ambientes aeróbicos compostaje industrial

WK34780 nueva especificación para materiales plásticos se degradan en vertederos

WK35315 Nueva especificación para calcular e informar el contenido de base biológica de productos complejos

WK35342 nueva especificación para el compostaje doméstico de plásticos biodegradables

#### **Normas retiradas bajo la jurisdicción del D20.96**

Práctica D5208-91 estándar para fluorescente ultravioleta (UV) La exposición de los plásticos fotodegradables (Retirada el 2000)

D5209-92 Método de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en la Presencia de lodos de depuradora municipal (Retirada el 2004)

D5247-92 Método de prueba estándar para la determinación de la biodegradabilidad aeróbica de los plásticos degradables por microorganismos específicos (Retirada el 2004)

D5271-02 Método de prueba estándar para determinar la biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en una de lodos activados, sistema de tratamiento de aguas residuales (Retirada el 2011)

D5437-93 Prácticas para intemperie de plástico bajo una exposición marina flotante (Retirada el 1999)

D5509-96 Práctica estándar para exposición de plásticos a un entorno simulado Compost (Retirada el 2002)

D5510-94 (2001) Práctica Estándar para envejecimiento térmico de oxidación plásticos degradables (Retirada el 2010)

D5512-96 Práctica estándar para exposición de plásticos a un entorno simulado Compost

El uso de un Reactor exterior climatizada (Retirada el 2002)
D5525-94a Práctica estándar para exposición de plásticos a un entorno simulado relleno sanitario activo (Retirada el 2002)
D5951-96 (2002) Práctica Estándar para la preparación de los residuos sólidos obtenidos después de los métodos estándar de biodegradabilidad para Plásticos en Residuos Sólidos de la toxicidad y pruebas de calidad del compost (Retirada el 2011)
D6002-96 (2002) e1 Guía estándar para la evaluación de la compostabilidad de plásticos degradables ecológicamente (Retirada el 2011)
D6003-96 Método de prueba estándar para la determinación de la pérdida de peso de materiales plásticos expuestos a situaciones simuladas Municipal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) Medio ambiente compost aeróbico (Retirada el 2005)
D6692-01 Método de prueba estándar para la determinación de la biodegradabilidad de los materiales plásticos poliméricos radiomarcados en agua de mar (Retirada el 2010)
D6776-02 Método de prueba estándar para la determinación de biodegradabilidad anaerobia de materiales plásticos radiomarcados en un entorno de relleno sanitario a escala de laboratorio simulado (Retirada el 2011)
D6852-02 Guía estándar para la determinación del contenido de base biológica, consumo de recursos y Perfil Ambiental de Materiales y Productos (Retirado el 2011)

Tabla 2. Normas ASTM. Comité D20.96 sobre plásticos degradables ecológicamente y los productos de base biológica.

## NORMAS ISO.

A principios del año 2010 la Organización Internacional de Estandarización (ISO) comenzó a desarrollar una nueva normativa aplicable a packaging y medioambiente, la cual ha sido aprobada en el mes de mayo del 2012 y se espera que a partir de octubre del 2012 sean publicadas. La norma está dirigida a fabricantes de packaging, envasadores y distribuidores con el fin de optimizar sus procesos bajo criterios ambientales. Esta nueva normatividad contempla aspectos

como el reciclado, la reutilización, la recuperación energética, el compostaje, especificaciones acerca del packaging antes y después de su uso (Alimarket, 2012).

Mientras tanto, ISO 14000 tiene una serie de normas que son aplicables a las empresas que quieren mantener el control de sus actividades sobre el medio ambiente (Sostenible, 2012):

- ISO 14001/04, ISO 14010 Y 14030. Permiten a las empresas organizar su gestión ambiental.
- ISO 14020 e ISO 14040. Son normas aplicadas a productos y servicios desde el desarrollo y gestación de los productos. En particular, la norma ISO 14040 hace especial énfasis en las metodologías del ciclo de vida del producto (ACV).

Con el fin de evitar que sean utilizadas como herramienta de la mercadotecnia, las etiquetas ecológicas ISO son otorgadas por la organización que las regula siempre y cuando se cumplan los requisitos.

## COMUNIDAD EUROPEA.

Las normas que emite la Comunidad Europea (Europea, 2009) se encuentran a la vanguardia, como resultado de la necesidad a generar estándares que regulen el desarrollo de nuevos materiales y los métodos de envasado que demanda los nuevos productos del packaging, ya que son las únicas que contemplan en sus lineamientos aspectos como envases activos e inteligentes, materiales compostables, etiquetados que brinden información adecuada, así como los lineamientos a cubrir por los materiales que tienen contacto con productos alimenticios.

A continuación, se enumeran algunas de las normas que involucran los anteriores aspectos:

NORMA EUROPEA EN 13432: 2000. Sobre los requisitos que deben cumplir los materiales (como los del packaging) para ser compostables.

Entre los requisitos que se establece, se encuentra la biodegradación. Especifica que en un total de 6 meses debe de haber un total de 90% (o mayor) de degradación, así como la comprobación de la ausencia de efectos eco tóxicos. Para tales efectos sugiere que utilice la norma ISO 14855:1999.

El envase plástico a ser compostable debe incluir los siguientes criterios de evaluación (Verdejo Andrés & Sibila Lores, 2012):

- Informar e identificar cada uno de los materiales que constituyen el envase.
- Caracterización química del envase. Determinar en los envases la presencia de sustancias peligrosas (metales pesados), contenido de carbono orgánico, sólidos secos y volátiles totales.
- Biodegradabilidad. En 6 meses alcanzar al menos el 90%.
- Desintegración. Bajo tratamiento biológico según los criterios que establece la norma.
- Calidad de compost. De acuerdo al análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos.

REGLAMENTO (CE) No. 1935/2004. (Entra en vigor a partir del 3/12/2004). Sobre los materiales y objetos destinados a estar en contacto con productos alimenticios. Autoriza la introducción de los envases "activos" e "inteligentes".

Tiene como objetivo el garantizar un alto nivel de protección de la salud humana y de los consumidores de los productos. El reglamento se aplica a todos los materiales y objetos que entran directamente en contacto con los productos alimenticios.

Grupos de materiales y objetos que contempla el anexo I:

1. Materiales y objetos activos e inteligentes.
2. Pegamentos
3. Objetos de cerámica
4. Corcho
5. Gomas
6. Vidrio
7. Resinas intercambiadoras de iones
8. Metales y aleaciones
9. Papel y cartón
10. Materiales plásticos
11. Tintas de impresión
12. Celulosas regeneradas
13. Siliconas
14. Productos textiles
15. Barnices y revestimientos
16. Ceras
17. Maderas.

REGLAMENTO (CE) No. 2023/2006 (entra en vigor a partir del 18/01/2007).  
Sobre las buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a estar en contacto con alimentos. Con el objetivo de impedir que representen un riesgo para el consumidor o que modifiquen la composición o las características organolépticas de los alimentos.

Contempla los procedimientos de todas las fases, desde la fabricación hasta la distribución. Obliga a los fabricantes a aplicar un sistema de aseguramiento de calidad, así como establecer y conservar la documentación necesaria sobre las

especificaciones, fórmulas de fabricación y procesos de fabricación pertinentes a la seguridad del producto.

REGLAMENTO (CE) No. 282/2008. (Entra en vigor a partir del 17/04/2008).  
Sobre los materiales y objetos de plástico reciclado destinados a entrar en contacto con alimentos, modifica el reglamento (CE) No. 2023/2006.

REGLAMENTO (UE) No. 10/2011. (Entra en vigor a partir del 4/02/2011).  
Sobre materiales y objetos plásticos que entran en contacto con los alimentos y que puede transferir sustancias tóxicas. Establece los límites de migración de sustancias.

Establece las condiciones de uso, los límites de migración (expresados en mg de sustancia por kg de alimento), así como las sustancias permitidas para estar en contacto directo con los alimentos:

- Monómeros
- Aditivos (excepto colorantes)
- Auxiliares para la producción de polímeros (excepto disolventes); etc.
- Macromoléculas obtenidas por fermentación microbiana.

REGLAMENTO (CE) No.450/2009. (Entra en vigor a partir del 19/06/2009).  
Sobre los materiales y objetos inteligentes que se añaden al reglamento general relativo a los materiales y objetos destinados a estar en contacto con alimentos.

Contempla las medidas necesarias para garantizar la seguridad del producto, la migración de sustancias de los envases hacia los productos, la implementación del etiquetado adecuado quedando claro de que son activos o inteligentes (teniendo especial cuidado con las partes no comestibles), la prohibición de sustancias nocivas para la salud y los requerimientos para la evaluación de

seguridad de las sustancias utilizadas por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA).

## APLICACIÓN DE LAS NORMAS.

Los lineamientos que marcan las diferentes normas tienen como objetivo establecer estándares. Estos estándares son un conjunto explícito de requisitos que deben ser satisfechos por un material, producto, sistema o servicio (Stevens, 2010). Para los materiales, y en especial para los polímeros degradables, las normas ASTM, ISO y las normas europeas, son las especificaciones de una serie de pruebas científicas que se deben realizar bajo ciertas condiciones para medir de forma veraz a los materiales, o bien, son una serie de criterios a satisfacer para que la norma se cumpla. En cualquiera de los dos casos, y con el fin de evitar confusiones en el momento de aplicar y referenciar la aplicación de las normas, es importante conocer el parámetro de medición y que es lo que cada norma mide: degradación aeróbica o anaeróbica, compostaje, tiempo de degradación, etc.

Los resultados que arrojan la aplicación de la norma son medibles de acuerdo a parámetros, los cuales todavía tienen que ser comparados y analizados para poder concluir con un grado o una tasa de efecto de comportamiento. Como ejemplo: La norma ASTM 5988-03 es un método de ensayo estándar bajo condiciones de laboratorio para determinar la biodegradación aeróbica de los materiales plásticos en el suelo, los resultados de esta prueba se pueden ver en una gráfica, como se muestra en la figura 3, estos están dados, en este caso, en relación a el porcentaje de degradación que alcanza cada material probado con respecto a los días transcurridos. Aún con la obtención de resultados se debe de tener en cuenta que el ensayo se realiza en condiciones de laboratorio, las cuales pueden o no ser iguales a las condiciones reales que se dan en los rellenos sanitarios de cada localidad, por lo que los resultados y conclusiones obtenidas de la aplicación de la

norma solo son un referente del comportamiento del material, mas no son una prueba irrefutable del material siempre se comportara de esa manera. En el ejemplo de la tabla se puede concluir que las muestras de material que se sometieron a prueba bajo los parámetros que especifica la norma, a los 90 días la muestra de espuma de almidón alcanza una degradación del 80%, la muestra de las mezclas de almidón y LDPE alcanzaron una degradación del 30%, la muestra de fibra de papel alcanzó una degradación del 10%, mientras que la muestra de LDPE no mostró degradación alguna.

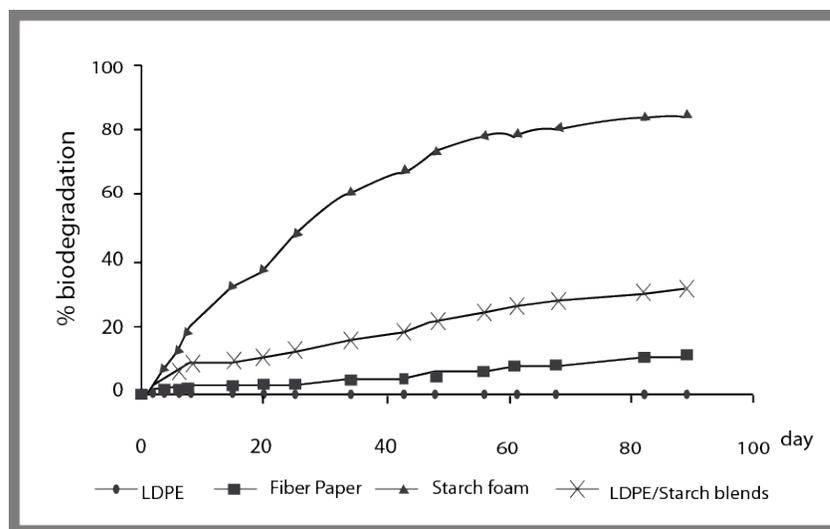


Tabla 3. Ejemplo de la muestra de resultados en la aplicación de las normas: Biodegradación de especímenes de suelo de jardín por medio de ASTM 5988-03. Fuente: Stevens, 2010

Lo anterior es un factor importante a tomarse en cuenta al momento de desarrollar las etiquetas que desean identificar a los materiales de los envases como benévolos con el medio ambiente, ya que se debe de tener sumo cuidado de informar correctamente a los consumidores del producto que se está adquiriendo. En la tabla 4 se muestra una compilación de los errores frecuentes detectados por Greg Stevens en el artículo de Bioplastics Standards.

Ejemplos de las leyendas encontradas en las etiquetas.	Error en el que se incurre
<p>...bolsa biodegradable, consulta la norma ASTM D6400 para degradabilidad...</p>	<p>La norma ASTM D6400 marca parámetros de compostaje, no de biodegradabilidad</p>
<p>...los resultados de la aplicación de los test ASTM D5209-91, D5338.98 muestran que el producto puede ser comercializado como un producto seguro para el medio ambiente...</p>	<p>ASTM D5209 y D5338 no son especificaciones (es decir, una lista de los requisitos que deben cumplir con los materiales), son las pruebas (es decir, procedimientos que dan lugar a una medida). Se puede determinar la <i>tasa</i> de biodegradación, y el <i>grado</i> de biodegradación, de un material, pero no determinan si un material cumple cualquier requisito particular, y no tienen nada que ver con la certificación. Además, ASTM no utiliza frases como "seguro para el medio ambiente."</p>
<p>... Los productos con EcoPure pasaron la norma ASTM D5511 la cual es una certificación biodegradable...</p>	<p>ASTM D5511 no es una "certificación" (la certificación es el resultado de tener los resultados de una prueba determinada por un tercero) y ni siquiera es una especificación: es solo una prueba. Esta norma define un procedimiento para permitir la determinación de la velocidad y el grado de biodegradabilidad anaerobia de los productos de plástico cuando se coloca en un digestor de alto contenido de sólidos anaeróbica para la producción de compost de residuos sólidos municipales. No proporciona ningún umbral que se deben cumplir para "calificar" como biodegradable.</p>

Tabla 4. Errores frecuentes al referenciar en etiquetas la aplicación de las normas. Basada en información de Stevens, 2010

## NORMATIVIDAD DE ENVASES PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Dentro del campo de mercancías peligrosas, y en referencia a envases, se encuentran una serie de códigos, acuerdos y/o reglamentos que recogen dentro de su estructura, capítulos específicos sobre las especificaciones que tienen que cumplir los envases destinados a contener estas sustancias. Dentro de los documentos internacionales existentes, los más significativos son (Verdejo & Botica, 2010):

- ADR: Acuerdo Europeo para el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera.
- RID: Reglamento internacional para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril.
- ADN: Prescripciones Europeas, relativas al Transporte Internacional de mercancías peligrosas, por Vías de Navegación Interior.
- IDMG: Código Marítimo Internacional para Mercancías Peligrosas.
- OACI: Instrucciones Técnicas para el Transporte Seguro de Mercancías Peligrosas por Aire.
- IATA: Instrucciones Técnicas de la Asociación Internacional del Transporte Aéreo.

En cuanto a nuestro país las normas existentes para el manejo de residuos sólidos peligrosos solo se limita a las especificaciones de los contenedores para su transportación o disposición final.

## CERTIFICACIONES

### (ECOETIQUETADO)

Las empresas comprometidas con el medioambiente diseñan y producen sus productos bajo criterios ambientales, para ello disponen de etiquetas que le dan valor agregado a sus productos, denominadas ecoetiquetas o etiquetas ambientales (AIMPLAST, 2012). Existen 3 tipos diferentes de ecoetiquetas, las cuales se encuentran resumidas en la tabla 5.

Parámetro	Tipos de ecoetiquetas		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Normativa	UNE-EN ISO 14024: 2001	UNE-EN ISO 14021: 2002	UNE-EN ISO 14025: 2010
Modo de certificación	Por terceros	Autodeclaración	Por terceros o Autodeclaración
Criterios	Multicriterio	Monocriterio	Multicriterio
Ámbito de aplicación	Solo categorías de producto definidas	Todos/Cualquier producto	Todos/Cualquier producto
Ejemplos			

Tabla 5. Comparación de los tipos de ecoetiquetado. Fuente: AIMPLAS



Figura 4. Eco etiqueta de la Unión Europea.

Las ecoetiquetas proporcionan al consumidor información fidedigna de lo que están adquiriendo. Para regular estas ecoetiquetas existen las siguientes normas compatibles con la serie ISO 14020 (Sostenible, 2012):

- UNE-EN ISO 14024. Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. **Etiquetas ecológicas y**

**declaraciones medioambientales** Tipo I. Principios generales y procedimientos.

Ecoetiquetado basado en terceros con programas de voluntarios con diferentes criterios a cumplir, ellos son quienes otorgan por un periodo de tiempo (3 años, al término se puede renovar). En Europa las etiquetas ecológicas son muy conocidas y componen el primer grupo de marcas de calidad ambiental. Los distintivos de etiquetas ecológicas son variados y portarlos es sinónimo de calidad y compromiso con el medio ambiente, lo cual trae al producto portador beneficios como la apertura de nuevos nichos de mercado. Estas etiquetas pueden ser solicitadas por cualquier fabricante, importador, comerciante, minorista o prestador de servicios.

Entre las etiquetas que se encuentran en este rubro está la etiqueta de la Unión Europea, pero como lo muestra la figura 3 Existen varios tipos de ecoetiquetas a nivel internacional.

- UNE-EN ISO 14021. Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. **Auto declaraciones ambientales.** Etiquetado ecológico Tipo II.

Para su colocación en las etiquetas, las auto declaraciones, no requieren de la certificación de un tercero, como en la norma anterior. Cada fabricante es responsable de su declaración, por lo que es responsable de la evaluación, así como de proporcionar los datos para su verificación.

El bucle de Míaus (Figura 4) se reconoce como símbolo de reciclaje, pero debe de incluirse en el centro el porcentaje del producto que es reciclado y debe de llevar un estudio que las sustente.



Figura 5.El Bucle de Míaus



Figura 6. Eco etiqueta del Ciclo de vida.

- UNE-EN ISO 14025 e ISO 14025. Etiquetas y declaraciones ambientales. **Declaraciones ambientales.** Etiquetado ecológico tipo III. Principios y procedimientos.

Este tipo de ecoetiquetas está basado en declaraciones independientes, emplean índices predefinidos, proporcionan información sobre contenidos y características del producto (Verdejo Andrés & Sibila Lores, 2012). Información basada en un análisis del ciclo de vida del producto (ACV), con el cual pueden emitir declaratorias de los impactos ambientales que generan sus productos. Como ejemplo, en la figura 5 se muestra el ciclo de vida de las bolsas ibc®.

### COMPOSTABILIDAD, BIODEGRADABILIDAD y BIOBASADO.

COMPOSTABILIDAD. Los organismos que emiten la certificación de este tipo, debe apegarse y cumplir los requisitos que establece la norma europea EN13432:2000. Uno de los certificadoros principales es DIN CERTCO (Alemania), de la eco etiqueta compostable (figura 6), propiedad de la asociación de empresarios del sector plástico European Bioplastics.



Figura 7. Eco etiqueta Compostable de DIN CERTCO

Por otro lado el organismo Belga AIB Vinçotte es el responsable de emitir los certificados:

- Ok compost. Etiquetado que respalda que los productos son compostables bajo, regulado bajo la norma EN 13432:2000. Esta norma pone énfasis en el fin del ciclo de vida del envase.



Figura 8. Eco etiqueta Ok biobased

- Ok biobased. Es la certificación que se otorga a los productos hechos con materia prima renovable. Mide la cantidad de carbono proveniente de fuentes renovables, en relación con el

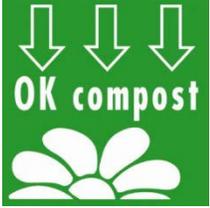


Figura 9. Eco etiqueta Ok compost.

carbono fósil de una materia, con el objetivo de valorizar los productos de origen renovable. El número de estrellas otorgadas corresponde al porcentaje de Contenido de Carbono del producto de Base biológica (BCC por sus siglas en inglés), dicho de otra forma al porcentaje de materia prima de origen renovable constatada (% biobased).

1 estrella: 20% a 40% de BCC

2 estrellas: 40% a 60% de BCC

3 estrellas: 60% a 80% de BCC

4 estrellas: 80% a 100% de BCC

Este tipo de etiqueta se centra en el origen de la materia prima del envase.

- **Ok biodegradable.** Esta etiqueta garantiza que el producto se descompone en dióxido de carbono, sales minerales y biomasa en un ambiente natural determinado (suelo, aire, agua salada, agua dulce, etc.)

## capítulo 2 | materiales

Este capítulo se ha dividido en 2 partes, en la primera parte se tratan los materiales de uso tradicional para la elaboración de packaging: plásticos, papel, cartón, vidrio y metal; mientras que en la segunda parte se exponen los diferentes tipos de polímeros desarrollados a partir de recursos renovables.

### MATERIALES TRADICIONALES.

#### PLASTICOS.

Los plásticos son sustancias químicas producidas de forma sintética, conocidas como polímeros, los cuales están formados por moléculas de menor tamaño llamadas monómeros, que forman enormes cadenas de diversas formas.

La polimerización es la reacción por la cual se sintetiza un polímero. El tamaño de la cadena polimérica y su masa molecular dependen de los factores: temperatura y tiempo de reacción. Las propiedades físicas de los monómeros

como su naturaleza química, su masa molecular, así como su estructura determinan las características de cada polímero.

Los materiales plásticos, también conocidos como commodities, son los que están formados con una base de resina (constituida de macromoléculas de alto peso molecular e inercia) a la cual se le agregan diferente tipo de aditivos (estabilizantes, lubricantes, color, etc.) que dan al producto final las características adecuadas para cada uso. Son materiales muy utilizados debido a que son materiales que no se degradan por medio de microorganismos, lo cual es una ventaja (Ariosti & Jiménez, 2008) cuando se piensa en materiales que resistan condiciones de intemperie, humedad y larga vida útil.

En la industria del packaging, son muy utilizados los envases plásticos debido a que son económicos, funcionales, ligeros, poseen excelente resistencia, barrera a líquidos y se pueden sellar.

Existen diversas clasificaciones para los polímeros, pero las más relevantes para la industria del packaging son:

#### 1. Por su origen.

- De origen natural. Presentes en la naturaleza, como son el caso del almidón, las resinas y las gomas.
- Semi-sintéticos. Transformando polímeros de origen natural, como son la nitrocelulosa o el caucho vulcanizado.
- Sintéticos. Obtenidos industrialmente de sustancias químicas.

#### 2. Según sus aplicaciones.

- Elastómeros. Fáciles de deformar al someterlos a esfuerzo, retornan a su forma original. Puede decirse inclusive que tienen memoria de forma.

- **Plásticos.** Aquellos que ante un esfuerzo intenso se deforman irreversiblemente.
- **Fibras.** Permiten elaborar tejidos cuyas dimensiones permanecen estables debido a su alto módulo de elasticidad y baja extensibilidad.
- **Recubrimientos.** Sustancias que se adhieren a otras superficies
- **Adhesivos.** Sustancias con alta adherencia y cohesión que unen 2 o más cuerpos por contacto superficial.

### 3. Según su comportamiento al elevar su temperatura.

- **Termoplásticos.** Al calentarse fluyen, son fáciles de ser conformados por moldeo. Al enfriarse recuperan sus características iniciales. Pueden ser sometidos a numerosos ciclos de calentamiento-ablandamiento-calentamiento sin degradarse. Ejemplos: Polietileno, polipropileno y Cloruro de polivinilo.
- **Termoestables.** Al calentarse estos no fluyen, pueden ser calentados y ablandados, pero se deforman permanentemente. La temperatura provoca en ellos un efecto de degradación. No se funden.

### 4. Según su aplicación en el packaging y su reciclaje. (Brobow, Rabanal, & Testa, 2009):

	PROPIEDADES	USOS	RECICLADOS PARA
<b>PETE</b>	<b>POLIETILENTEREFTALATO.</b>		
	Transparencia		
	Barrera de gases	Envases de refrescos, agua y	
	Irrompible	cervezas	Lana polar
	Liviano	Contenedores de	Fibras
	Impermeable	mantequilla, aderezos,	Alfombras
	No tóxico	ensaladas y aceites vegetales	Amueblamiento
	Inerte al contenido	Láminas de envase	Paneles
	Botellas para bebidas	Correas	

HDPE		Bandejas	Ocasionalmente nuevos envases.	
		Blíster		
		<b>POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.</b>		
		Irrompible		
		Resiste bajas temperaturas	Garrafrones de leche	Botellas de detergente
		Liviano	Botellas de jugo	Botellas de aceite
		Impermeable	Tarros de yogurt	Lapiceras
		No tóxico	Tapones	Contenedores de reciclaje
		Inerte al contenido	Contenedores de gran capacidad	Mosaicos de piso
			Pallets	Tubos de drenaje
		Film retráctil	Casas de perros	
PVC		<b>POLICLORURO DE VINILO.</b>		
		Ignífugo.		
		Resistente a la intemperie	Aceites de cocina	
		Transparente	Recipientes de comida transparentes.	Paneles
		No tóxico		Guarda barro
		Inerte al contenido	Blíster	Alcantarillados de autopistas
		Impermeable	Films	Pisos
	Irrompible	Botellas	Cables	
LDPE		<b>POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.</b>		
		Flexible	Botellas apretables	
		Liviano	Panes y alimentos congelados	Bolsas
		Transparente	Láminas	Contenedores para compost
		Impermeable	Bolsas	Embalajes para embarque
		Irrompible	Envases para Ultra congelados	Paneles
		Inerte al contenido	Film retráctil	Tablones
		No tóxico.		
			<b>POLIPROPILENO.</b>	
		Barrera de aromas	Contenedores de yogurt	
PP		Impermeable	Botellas de Cátup y Aderezos.	Luces para señalización
		Irrompible	Tapas	Cables de batería
		No tóxico	Popotes	Escobas
		Liviano	Botellas	Cepillos
		Transparente en películas	Tapones	Carcasas de baterías de autos
		Brillo	Cajas	Rastrillos
		Resistente a la temperatura		Pallets

PS y EPS	(hasta 1350)	Recipientes con bisagras	
		Pallets	
	<b>POLIESTIRENO Y</b>		
	<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>		
	Brillo		
	Ignífugo	Platos y vasos desechables	
	Liviano	Bandejas para carnes	
	Irrompible	Envases de huevo	Paneles Aislantes
	Impermeable	Contenedores desechables	Tapas de la luz
	Inerte	Vasos	Contenedores de huevo
OTROS	Transparente	Vajillas de un solo uso	Rejillas de ventilación
	De fácil limpieza.	Tarrinas de yogur	Reglas
		Envases cosméticos y farmacéutico	Embalajes de espuma
		Bandejas	
		Elementos de relleno de embalaje	
		Protecciones	
		Garrafrones de agua de 12 y 20 litros.	Tablones
	Misceláneos, incluye a los plásticos de ingeniería.	Algunos contenedores de comidas.	Productos personalizados.
			*Generalmente no son reciclados.

Tabla 6. Clasificación de los polímeros de acuerdo a su aplicación en el packaging. Fuente: Bravo, Rabanal & Testa, 2009

## PAPEL Y CARTÓN.

El papel es una estructura obtenida a partir de las fibras entrecruzadas de celulosa que dan como resultado una hoja resistente y flexible, como ya se vio antes, debido a su alto módulo de elasticidad y baja extensibilidad. El gramaje del papel está dado en relación a su peso ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) y este determina si es papel o cartón.

En la tabla 7 se muestran los principales tipos de papel usados en el packaging (AMEE, 2009).

TIPO	CARACTERÍSTICAS
PAPELES	
PAPEL KRAFT.	Es usado en la elaboración de sacos multicapas y bolsas, así como papel de envoltura. Sirve de también para elaborar laminados en conjunto con otros materiales como el aluminio y el plástico.
PAPEL PERGAMINO VEGETAL	Posee buena resistencia a la humedad y la grasa, por lo que es usado para envolver mantequilla, carnes y quesos.
PAPEL GLASSINE	Debido a su densidad y resistencia a las grasas, es una excelente barrera para impedir el paso de grasas y aceites por lo que es usado en el envasado de productos en contacto con alimentos, así como para envasar tintas para impresión y partes metálicas.
PAPEL TISSUE	Utilizado para proteger productos eléctricos, de vidrio, herramientas, utensilios, zapatos y bolsas de mano.
PAPELES ENCERADOS	Proveen de buena protección contra líquidos y vapores, es utilizado en envasado de alimentos (repostería, cereales secos y congelados).
CARTULINAS Y CARTONES	
COUCHÉ	Usado para la elaboración de cajas plegadizas y de material promocional.
CREMEKOTE	Usado en cajas plegadizas de alta calidad.
EUROKOTE	Usado en cajas plegadizas de alta calidad.
CARTONCILLO GRIS	Usado en cajas colectivas tipo despachador y charolas.
KRAFT	Usado en cajas colectivas tipo despachador y charolas.
COUCHÉ REVERSO	Usado en cajas plegadizas para perfumes y alimentos congelados.
MADERA	
CARTULINA VELLUM	Usada en folletería y carteras porta muestras.
CARTULINA BLANCA O	Usada para bandas y material promocional

<p>EN COLOR</p> <p>CARTÓN CORRUGADO</p>	<p>Es el material más utilizado para la elaboración de cajas de embalajes y para una amplia gama de productos. Tienen la facilidad de poderse imprimir, troquelar, doblar y pegar</p>
---	---

Tabla 7. Tipos de papel usados en Packaging. Fuente: AMEE, 2009

La elaboración de las cajas depende del tipo de cartón (liners y médiums) y del tipo de flauta.

Tipos de cartón corrugado

- Corrugado de cara sencilla. Compuesto por una cara plana (liner), pegada a un papel médium (flauta).
- Corrugado sencillo. Tiene dos caras exteriores liners y un médium. Este tipo es el más común.
- Doble corrugado. Tiene 3 liners, dos de ellos están en cada uno de los extremos exteriores y el otro divide a dos médium.

Tipo	No. De flautas por metro lineal	Altura en mm
A	104-125	5.0
B	150-148	3.0
C	120-145	4.0
E	275-310	1.5

Tabla 8. Tipos de flautas para cartones corrugados

Los envases de papel y cartón son relativamente económicos, dependiendo del gramaje, su resistencia a la humedad y a los tipos de impresión que se usen. Sin embargo debido a que la principal materia prima son los árboles, este es un material que está tendiendo a reciclarse al 100%, lo que trae beneficios como:

ahorro considerable de energía y materia prima. Aun cuando su reciclaje está sujeto a la utilización de material no contaminado principalmente con tintas hechas a base de metales pesado, ya que en su reciclaje estos elementos continúan contaminando los nuevos productos y principalmente los contenidos que están destinados a proteger.

### CERTIFICACIÓN FSC.



Figura 10. Logo de la certificación FSC.

La certificación, de carácter voluntario, Forest Stewardship Council (FSC), garantiza al consumidor que los productos que adquiere provienen de bosques aprovechados de forma racional de acuerdo a

estándares internacionales que contemplan aspectos sociales, económicos y ambientales. En México, la "Sociedad para la Promoción del Manejo Forestal Sostenible A.C.", es la entidad reconocida por la FSC Internacional para la emisión de certificados.

Los tipos de certificaciones más conocidos en México son:

- Manejo Forestal (FM). Es de carácter voluntario y asegura el manejo responsable de los recursos forestales, ambientales y sociales a largo plazo. Por lo que los productos que portan esta certificación provienen de un bosque manejado responsablemente.
- Cadena de Custodia (COC). Es el proceso que garantiza que la madera que sale de bosques certificados no ha sido contaminada con madera proveniente de fuentes no certificadas o no autorizadas durante los procesos de transporte, transformación industrial y comercialización.
- Madera Controlada (CW). Permite que las empresas de manejo forestal brinden evidencia de que la madera que suministran ha sido controlada, a fin de evitar madera aprovechada ilícitamente, aprovechada en violación de derechos tradicionales o civiles, aprovechada en bosques cuyos altos valores de conservación estén

amenazados por actividades de manejo, aprovechada en unidades de manejo forestal que se estén convirtiendo a plantaciones o usos no forestales y tampoco que sea madera aprovechada en bosques donde se planten árboles modificados genéticamente (FSC, 2009).

Para complementar la información acerca de las empresas en México que están certificadas por FSC en la cadena de custodia, consultar el Anexo 1.

## METALES.

Tienen la característica de ser materiales con la capacidad de ser reciclado una infinidad de veces, pero no son fáciles de biodegradarse (Tardan hasta 400 años). Los costos de producción son menores cuando se usa materia prima reciclable, en comparación de cuando se usa materia prima nueva.

Entre sus principales cualidades están: son muy resistentes, permiten el envasado al vacío, resiste altas temperaturas, es buena barrera contra los rayos UV (que degrada las vitaminas y deteriora los alimentos grasos), permite una larga vida de los productos en anaquel.

Los metales más usados para el packaging se resumen en la tabla 9.

Los envases realizados con metales y que están destinados a contener alimentos deben de llevar recubrimientos interiores compatibles con el producto a envasar, con el fin de impedir la migración de partículas tóxicas al producto y por otro lado para evitar la oxidación del metal debido a la humedad.

TIPO	CARACTERISTICAS
LÁMINA NEGRA	Obtenida del acero al carbono reducido en frío.
LÁMINA ESTAÑADA	Es lámina negra pero con un recubrimiento electrolítico de estaño
HOJALATA DIFERENCIAL	Es una lámina estañada electrolíticamente pero con diferente cantidad de recubrimiento en cada uno de sus lados.
LÁMINA CROMADA (tin free steel)	Es una lámina de acero libre de estaño. Es utilizada para la fabricación de tapas y fondos de latas
ALUMINIO	Es el principal material utilizado en la elaboración de latas de 2 piezas. También se utilizan láminas delgadas de aluminio (foil) para la fabricación de laminados en conjunto con cartón y plástico, como ejemplo el Tetra Pack y sellos utilizados (aluminio y plástico) para latas grandes que contienen alimentos en polvo.

Tabla 9. Metales usados en el packaging

## VIDRIO.

Es un material 100% reciclable, inerte, higiénico, conserva las propiedades organolépticas de los alimentos, resiste altas temperaturas por lo que se puede usar para el llenado al vacío. Al igual que los metales puede ser reciclado ininidad de veces y el costo de usar materia prima reciclada es mucho menor que el utilizar materia prima nueva. Puede ser producido con gran variedad de formas de cierre, de acuerdo al producto a envasar y el tipo de uso. Entre los cierres que destacan están: el tapón, las tapas plásticas, metálicas, Twist, Clipoc, tapas gotero, abre fácil, corona y la garra metálica.

Por su costo, es usado principalmente en artículos de lujo. Las empresas productoras están investigando en la manera de reducir el gramaje de los espesores de sus paredes para hacerlo más ecológicos y está buscando propuestas

que agreguen valor a los acabados para ser competitivos (Packaging, 2011). Esta industria requiere de equipos y controles muy precisos debido a las características de manipulación del material y las temperaturas tan precisas y controladas que requiere incluso para el enfriamiento de los envases.

## BIOPOLÍMEROS.

### ASPECTOS GENERALES.



Figura 11. Tipos de reciclaje

Los materiales plásticos tienen gran impacto en los rellenos sanitarios ya que no son degradados masivamente por microorganismos (Ariosti & Jiménez, 2008). Estos materiales en su gran mayoría no son degradables y tardan cientos de años en reintegrarse a la naturaleza. Por lo que paulatinamente han ido surgiendo alternativas para su reducción, sustitución y uso, entre ellas están:

1. LA REUTILIZACIÓN. Cuando el mismo material se aplica en otro uso o a uno similar, sin tener que ser sometido a algún proceso.
2. EL RECICLAJE. Cuando el material es sometido a algún proceso ya sea químico, mecánico o térmico con el fin de volverse a utilizar (figura 10).

3. EL COMPOSTAJE. El cumplimiento de las NORMAS ASTM D6400 Y ASTM D6868 son la base para la certificación de que los productos son compostables en instalaciones profesionales (municipales o industriales) con el fin de generar abono orgánico.
4. EL USO DE MATERIALES DEGRADABLES. Son los materiales que después de su vida de uso cambian su estructura bajo influencia de agentes en el medio ambiente, que los transforman de sustancias simples o en componentes

menores los cuales eventualmente se diluyen en el ambiente, Cada agente tiene la capacidad de degradar el material de diferente manera, las cuales son ilustradas en la figura 11, los agentes son:

Luz (Materiales fotodegradables)

Humedad (Materiales hidrodegradables o hidrosolubles)

Oxígeno-Calor-Luz (Materiales Oxodegradables)

Microorganismo (Materiales biodegradables).

Dentro del amplio espectro de lo biodegradable se encuentra lo compostable.

Aditivos o catalizadores.

Junto con las alternativas mencionadas han ido surgiendo también los biopolímeros, pero antes de explicar que son y cuáles son, es necesario dejar bien claros tres conceptos:

- Un material es **biogenerado** (también biooriginado o biobasado) cuando se produce, en todo o en gran parte, a partir de un



Figura 12. Formas usuales de degradación.

compuesto biológico vivo o renovable, ya sea animal o vegetal.

- Un material **biodegradable**, en cambio, es aquel en el que sus estructuras químicas se pueden degradar con hongos, bacterias y otros microorganismos que existen en la naturaleza en un período de tiempo determinado.
- Un **bioplástico** (o biopolímero) es un plástico de origen natural producido por un organismo vivo y sintetizado a partir de fuentes de energía renovables. Se fabrican a partir de almidón, celulosa y aceites vegetales, entre otros compuestos. Por lo tanto se puede decir que un material bioplástico es también un material biogenerado. También

cabe hacer la aclaración que, los polímeros biodegradables pueden ser fabricados enteramente a partir de materias primas petroquímicas. Sin embargo, los biogenerados han tenido un rol más importante en el campo de los biodegradables y esto ha impulsado asimismo la investigación y el desarrollo de polímeros biobasados no biodegradables (Científicos, 29).

#### FUENTES DE PRODUCCIÓN DE BIOPOLÍMEROS



Figura 13. Fuentes de producción de biopolímeros

cada una de ellas.

## 1. **POLÍMEROS EXTRAÍDOS/REMOVIDOS DIRECTAMENTE DE**

**ORGANISMOS VIVOS.** Pueden ser modificados, pero permanecen intactos en su mayor parte (ejemplo, los polímeros de almidón)

**POLÍMEROS DERIVADOS DEL ALMIDÓN.** La aplicación principal para este tipo de polímeros es para su uso en el packaging. Obtenidos a partir de medios químicos, térmicos o mecánicos.

Características: Son biodegradables e incinerables y son una buena opción debido a su bajo costo.

-Pueden combinarse con otros copolímeros dando como resultado productos como el polietileno o poliestireno, pero si el contenido del copolímero es alto afecta la biodegradabilidad.

-Son fáciles de procesar.

-Son vulnerables a la degradación y muy sensibles a la humedad.

-Tienen baja resistencia a los solventes y aceites.

Los métodos de obtención para los tres grandes grupos de producto a partir de un paso primario de proceso: Derivados de almidón parcialmente fermentado, derivados de almidón puro. No son alterados por fermentación o tratamiento químico y los derivados de almidón modificado. La principal diferencia entre estos derivados es que el almidón puro no es alterado en el primer paso de del proceso ni por fermentación, ni por procesos químicos.

Este tipo materiales tienden muy fácil a la degradación, por lo que son muy sensibles a la humedad. En algunas ocasiones se copolimeriza con otro material con el fin de mejorar sus propiedades, sin embargo cuando esto ocurre, se dificulta la degradación cuando el producto llega al fin de su ciclo de vida.

La industria del packaging es el principal consumidor de los almidones modificados

1. **POLÍMEROS PRODUCIDOS POR SÍNTESIS QUÍMICAS A PARTIR DE MONÓMEROS BIODERIVADOS.** Son originados por fermentación y luego polimerizados, en este grupo se encuentra:

## ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA).

El ácido láctico es una biomolécula presente en gran parte de los seres vivos. Para su producción industrial se emplean diferentes microorganismos, pero principalmente son bacterias pertenecientes al género *Lactobacillus*, cada industria guarda bajo patente el tipo de bacteria que utiliza (Herryman Munilla & Blanco Carracedo, 2005). Actualmente para su obtención se utilizan fuentes renovables como son el maíz, la remolacha, trigo y otros productos ricos en almidón.

El PLA es un polímero termoplástico obtenido a partir del ácido láctico. Es biodegradable, posee propiedades de barrera y biocompatibilidad (La cual lo hace un material excelente para el uso de prótesis). Sus propiedades físicas y mecánicas, farmacéuticas y de reabsorción dependen de la composición del peso molecular y del ajuste de cristalinidad (la cual puede ser desde 0% a 40% de cristalinidad).

Mecánicamente sus propiedades son tan buenas como las de los polímeros derivados del petróleo (a excepción de una baja elongación, la cual puede ser corregida por medio de una copolimerización o por modificaciones realizadas en una post polimerización) es capaz de ser fabricado con una variedad amplia de resistencias: puede manipularse de tal manera que puede ser duro como el acrílico o blando como el polietileno, rígido como el poliestireno e incluso flexible como un elastómero. Otra particularidad que tienen las resinas de PLA es que pueden ser sometidas a esterilización con rayos gama y los rayos del sol no afectan su estabilidad.

Como características especiales y de interés que tiene es que se puede obtener suavidad, resistencia al rayado y al desgaste. Sin embargo, debido al alto crecimiento fúngico (característico de todos los materiales de base biodegradable) tiene sus restricciones en el sector de envasado alimenticio, es recomendable que sea utilizado para alimentos con alta respiración y de corta vida en almacén, como es el caso de los vegetales y productos de panadería.

Para su transformación en la industria del packaging, en el mercado, puede encontrarse como resinas para ser usadas en procesos de inyección y en placas de diferentes calibres capaces de ser procesadas por termoformado. En la tabla del anexo se puede consultar cuales son los principales productores a nivel mundial del PLA.

El ciclo de vida del PLA, es un ciclo cerrado. Los productos son manufacturados a partir de recursos naturales renovables los cuales se vuelven a reutilizar las veces que sean necesarias a través de un proceso de lavado, triturado del material con el cual se forman nuevamente pellets para su procesamiento bajo inyección y de esta manera dar vida a nuevos productos. Como muestra la figura 13 al final de su ciclo de vida útil el material puede reintegrarse a el medio

ambiente a través del compostaje (Purac, 2012). Por otro lado, el PLA tiene un lado perjudicial ya que en su proceso de descomposición el material emite dos tipos de gases de invernadero: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ), además para su producción se sigue requiriendo de los combustibles fósiles (Villaverde Medina, 2010).

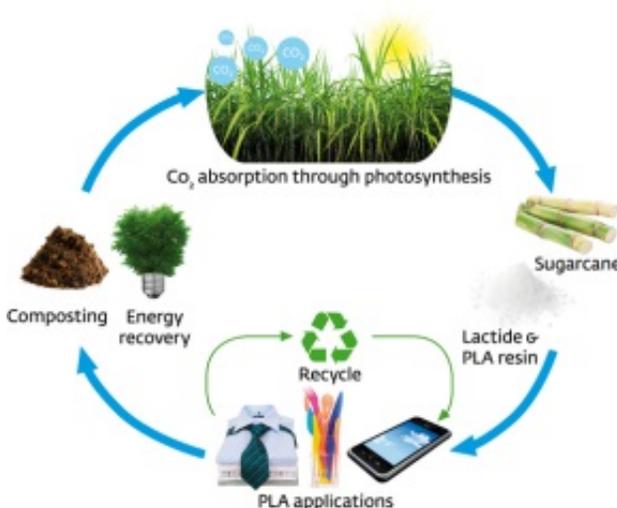


Figura 14. Fig. Ciclo de vida del ácido poliláctico (PLA). Fuente: Purac

El futuro del PLA es muy prometedor ya que se estima que para el año 2016 el valor del mercado mundial será de 2.6 billones de dólares, y el principal uso que se espera es en los envases biodegradables, seguido por los textiles, el uso biomédico y en los electrónicos (WOOEB, 2012).

## **2. POLÍMEROS PRODUCIDOS POR MICROORGANISMOS O BACTERIAS GENÉTICAMENTE MODIFICADAS. Polihidroxicanoatos (PHA'S)**

- Polihidroxibutirato (PHB)
- Polihidroxivalerato (PHV)

### **POLIHIDROXIALCANOATOS.**

Los PHA's son poliésteres de reserva producidos por bacterias sometidas a condiciones de estrés, las cuales los sintetizan en varias formas químicas, el PHB es el poliéster de cadena más corto de la familia de los PHA's. Por medio de la manipulación genética de la bacteria productora, se puede obtener PHA con características diferentes: cristalización, diferentes puntos de fusión, flexibilidad, resistencia a la tracción, biocompatibilidad y velocidad de biodegradación.

El poliéster que es producido por las bacterias, es depositado en forma de granos en las células, se extrae por medio de solventes y métodos patentados. Cuando está seco el porcentaje de peso del polímero obtenido supera el 70%.

Las propiedades del PHB son similares a las del polipropileno, tiene buena resistencia a la humedad y como barrera aromática es muy bueno.

Las ventajas de los PHA's es que es un material que puede ser degradado por microorganismos y su biodegradación produce oxígeno (O<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Por

lo que es utilizado en la elaboración de envolturas para dulces, bolsas, recipientes y envases que desaparecen en el ambiente (Sosa Pérez, 2010). El tiempo que tarda en degradarse es muy variado, ya que depende de la naturaleza propia del polímero (El tipo depende de la ruta metabólica por la cual fue sintetizado el monómero y de la fuente de carbono externa que se utiliza como materia prima para dicha ruta), y a las condiciones ambientales a la que es expuesto, como ejemplo, la figura 14 Muestra de material bajo condiciones tropicales que ha tomado solo 50 días en degradarse (Serrano Riaño, 2010).

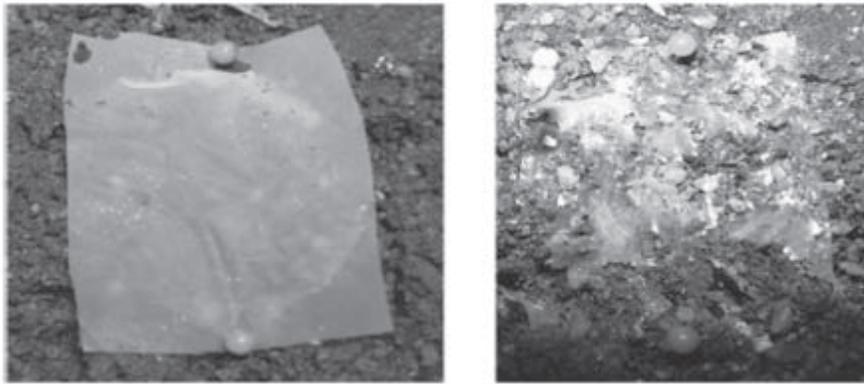


Figura 15. Degradación de PHA en condiciones tropicales. Fuente: Serrano Riaño, 2010

Pueden ser generados varios tipos de polímeros de esta naturaleza, el tipo depende de la ruta metabólica por la cual se sintetiza el monómero y de la fuente externa de carbono utilizada como materia prima, para esa ruta. Con la manipulación se pueden obtener polímeros de larga vida útil o corta para ser usado en envolturas.

El PHA puede ser procesado para su manufactura en los equipos tradicionales de inyección y extrusión.

## PLASTICOS BIOGENERADOS.

### Poliuretanos (PUR).

Son plásticos muy versátiles ya que se les encuentran en formas variadas: espumas rígidas y flexibles, elastómeros sólidos, adhesivos y selladores; por lo

mismo, sus propiedades varían de acuerdo al monómero que lo compone y a las condiciones de reacción al formarse.

Los poliuretanos se generan al hacer reaccionar dos componentes: un poliol y un isocianato. El poliol puede ser de aceites vegetales provenientes de fuentes renovables como la soja, el ricino o girasol. Se estima que el uso de polioles provenientes de estas fuentes producen una reducción del 36% de emisiones asociadas al calentamiento global, del 61% en el uso de energía no renovable y en 23% de demanda total energética (Científicos, 29).

El poliol proveniente del aceite de ricino es el único derivado que no requiere de tratamiento previo para su uso. El aceite de ricino contiene un 87-90% de ácido ricinoléico, el cual es un ácido triglicérido que puede ser usado como poliol. El aceite vegetal de higuera también posee un alto grado de ácido ricinoléico, un 89%. Con respecto a la degradación, por la naturaleza con la que se elabora existen bacterias capaces de degradar el material, tal es el caso de la bacteria *Pseudomonas fluorescens*, en la literatura se han reportado degradaciones mediante los procesos de foto degradación y degradación química y térmica y en la relacionada con poliuretanos a base de aceite de castor (Gil Pilonieta, Jaramillo, & Cruz Riaño, 2007).

### **Poliamidas Biogeneradas (Nylon).**

Las poliamidas, también conocidas como nylon, poseen muy buenas propiedades mecánicas, tenacidad elevada, resistencia al desgaste y una excelente característica de deslizamiento. En función del material con que están elaboradas, absorben diferentes cantidades de humedad, con lo que se modifican sus propiedades mecánicas y su precisión dimensional. Las poliamidas biogeneradas se comparan al 100% con las poliamidas tradicionales en cuanto a sus propiedades mecánicas (Científicos, 29). Es un material muy utilizado en la industria del packaging, usos eléctricos o electrónicos y para partes de automóviles.

Para la obtención del nylon se extrae del aceite de ricino el ácido undecanoico (proceso patentado por Arkema y Fujitsu) o el ácido decanoico (proceso patentado por BASAF), estos ácidos se polimerizan con una sustancia orgánica llamada diamina, también puede ser sintetizado a partir de sustancias como ácidos dicarboxílicos, aminoácidos o lactamas, lo que genera los distintos tipos de nylon comercial:

- **Nylon 66** a partir de ácido adípico biogenerado: La generación de ácido adípico se logra a partir de degradación de la glucosa por parte de la bacteria *Escherichia coli*.
- **Nylon 69** a partir de ácido azelaico biogenerado: El monómero para el ácido azelaico es producido por síntesis química a partir de ácido oleico (proveniente de aceites vegetales y animales).
- **Nylon 6** a partir de caprolactama biogenerada: El monómero de este tipo de nylon, puede ser producido por fermentación de la glucosa a través de un intermediario y, finalmente, rompiendo su estructura de anillo para polimerizar y obtener el compuesto final.

La degradación del nylon se da a través de la hidrólisis, ya que es un material al que la humedad le afecta, por lo que, en algunas ocasiones, se refuerza con fibra de vidrio para contrarrestar el efecto que produce la humedad en el material.

Sus usos específicos en la industria del packaging son en el uso de fármacos gracias a su durabilidad, a través de objetos moldeados y esterilizables. Por otro lado, los films de nylon son empleados para el embalaje de productos alimenticios y farmacéuticos. El valor del nylon para estas aplicaciones estriba en la posibilidad de hervir la bolsa con los alimentos dentro y en la baja transmisión del olor.

### Polímeros celulósicos (fibras celulósicas).

Los polímeros celulósicos son producidos por modificación química o natural de la celulosa, los ejemplos más comunes son el celofán y el acetato de

celulosa. Las fibras de algodón y de madera son las principales materias primas utilizadas para la producción de celulosa de uso industrial. Aunque la obtención de la celulosa proviene principalmente de fuentes vegetales, también puede ser obtenida a partir de la bacteria *Acetobacter xylinum*, la cual genera celulosa a partir de condiciones de fermentación agitada (Científicos, 29).

Los principales tipos de polímeros celulósicos son:

- **Acetato de celulosa**  $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]$ , fabricado a partir de la reacción entre la celulosa y el ácido acético.
- **Acetato butirato** de celulosa, es un éster compuesto producido por el tratado de fibras de celulosa con ácido butírico  $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}]$ , anhídrido butírico  $[(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO})_2\text{O}]$ , ácido acético  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  y anhídrido acético  $[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}]$  en presencia de ácido sulfúrico  $[\text{H}_2\text{SO}_4]$ .
- **Propionato de celulosa**, formado al tratar las fibras de celulosa con ácido propionico  $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}]$ , ácido acético y anhídridos en presencia de ácido sulfúrico.
- **Nitrato de celulosa**, fabricado al tratar las fibras de celulosa con una mezcla de ácido nítrico  $[\text{HNO}_3]$  y ácido sulfúrico.

El acetato de celulosa se puede encontrar en el mercado en forma de láminas, barras y tubos, e incluso en forma de lacas y barnices. Tiene buenas propiedades eléctricas y resistencia al impacto, es resistente al fuego (W. Billmeyer, 2004), es antiestático y transparente.

Los polímeros celulósicos tienen muy poca resistencia a la humedad, por lo que para mejorar sus propiedades se complementan con otras sustancias; en el caso del celofán, este es recubierto con ceras de nitrocelulosa o de cloruro de polivinilo.

La presentación más usada en packaging son los films, ya que pueden ser sometidos a procesos de moldeo y extrusión.

La literatura indica que los residuos derivados de la celulosa son los que presentan una degradación más rápida (Domenèch & Peral, 2006), aunque cabe mencionar que la degradación queda condicionada por la combinación del tipo y procedencia del polímero con que se complementa cada material, ya que en los últimos años las fibras celulósicas están siendo usadas para la generación de materiales compuestos.

## PRINCIPALES PRODUCTORES MUNDIALES DE BIOPOLÍMEROS

	EMPRESA	UBICACIÓN	PRODUCTO	NOMBRE COMERCIAL
POLIURETANOS (PUR)	Cargill-Dow Bayer Urethane Soy System BASF Metzeler	Estados Unidos Alemania Estados Unidos Alemania Alemania	PUR de Soja PUR PUR de Soja PUR de Ricino PUR de Girasol	Renuva (BiOH) Baytherm SoyMatrix (Soyol) Lupranol Balance Rubex Nawaro
	DuPont Novamont BIOP Biopolymer Technologies Biotec Japan Corn Starch Co. Rodenburg Biopolymers	Estados Unidos Italia Alemania Japón Holanda	Polímero combinado Polímero combinado Polímero puro	Soroana Mater-Bi BioPar
ALMIDONES	Plantic Technologies Limited MGP Ingredients Inc. Vegeplast S. A. S.	Australia Estados Unidos Francia	Termoplástico Polímero combinado Polímeros parcialmente fermentados Termoplástico	Bioplast Evercorn Solanyl Plantic
	Metabolix/ADM	Estados Unidos	Termoplástico Polímero combinado	Terratek Vegepat
POLIHIDROXIALCANOATOS (PHA)	PHB Industrial	Brasil	P(3HB) (3HO) P(3HB-co-3HV) P(3HB)	Mirel Biocycle
	Tianan Biologic Material Biomer Mitsubishi Gas P&G & Kaneka Bio-on	China Alemania Japón EU/Japón Italia	P(3HB-co-3HV) PHBV P(3HB) P(3HB) P(3HB-co-3HHx) PHA	Ecogen Biomer Biogreen Nodax Minerv-PHA
	Cargill-LCC Mitsubishi Chronopol Hycail Toyota Purac Biomaterials Durect Shimadzu Total & Galactic Treofan Mitsu Chem	Estados Unidos Japón Estados Unidos Holanda Japón Holanda Estados Unidos Japón Bélgica Holanda Japón	PLA PLA PLA PLA PLA PLA (Medicinal) PLA (Medicinal) PLA (Medicinal) PLA PLA PLA	Nature Works Ecoloju Heplon Hycail HM, LM Toyota Eco-plastic Purasorb Lactel Lacty Futerro Treofan Lacea
ACIDO POLILÁCTICO (PLA)	Arkema Bayer Urethane Soy	Francia Estados Unidos Alemania	PA11/12 PA 6.10/10.10 PA 6.10	Rilsan Zytel Ultramid Balance
POLIAMIDAS (NYLON)	Courtaulds Plastic Group	Reino Unido	Termoplásticos celulósicos	Dexel
POLIMEROS CELULOSICOS	American Polymers	Estados Unidos	Termoplásticos celulósicos	Ampol
	Eastman Chemical Internartional	Estados Unidos	Termoplásticos celulósicos	Tenite
	Lenzing Acordis Glanzstoff	Alemania Estados Unidos Austria	Fibras Celulósicas Fibras Celulósicas Fibras Celulósicas	Lyocell Tencell -
	Weyerhaeuser Ajinomoto Tecnar	Estados Unidos Japón	Biocelulosa Biocelulosa	Cellulon -
	Borregaard	Alemania Noruega	Derivado de lignina Derivado de lignina	Arboform Lignopol

Figura 16. Principales productores mundiales de biopolímeros, su nombre comercial y tipo de producto.

En general, la decisión de compra depende de la relación que hay entre el valor de apreciación y el precio, el diseño es una actividad que afecta a ambas variables. El valor percibido por el cliente depende de los atributos técnicos y estéticos, y el precio depende de los costos de producción (Grobe, 2011).

El packaging hace su aparición en las etapas finales del proceso de producción a través del envasado continuando con la transportación, la vida de anaquel, prosigue con la llamada de atención que hace a los consumidores para que ellos adquieran el producto. Cada característica es importante, como su correcta y fácil apertura, el uso, la información que proporcione, sus cualidades estéticas, el fin de la vida útil (¿descartable, reciclable o reutilizable?). Desarrollar un sistema de packaging requiere de conocer los procesos de producción por los que pasa el producto, los requerimientos mismos que demanda la naturaleza del producto y los materiales seleccionados para la propuesta de packaging.

El diseño que triunfa es el que tiene en cuenta los aspectos que demanda cada eslabón de la cadena productiva (Grobe, 2011). Conocer los aspectos técnicos de cada etapa del proceso productivo, así como de sus necesidades y limitaciones

harán de la propuesta de diseño de packaging algo reproducible, repetible y rentable. Y conocer los requerimientos que el cliente demanda hará que el producto se venda. Por lo que la propuesta de diseño debe integrar arte, ciencia y técnica.

Los procesos de producción del packaging están determinados por el tipo de maquinaria requerida para cada solución dada. En general, se pueden dividir en dos a los procesos productivos de la industria del packaging: uno que está más relacionado con la conversión de materiales en envases y el otro que está relacionado a procesos de llenado, sellado, transportación, logística, etiquetado etc.

### PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ENVASES.

La tabla 10 muestra los principales procesos básicos de manufactura de envases a partir de la transformación de materia prima, en que consiste cada uno de ellos y la fuente de energía por la cual es operado.

Proceso	Descripción	Energía con la que opera
Rotomoldeo (moldeo rotacional) Usado en tapas, grandes envases y pallets	Es un proceso donde un molde hueco es llenado con resina líquida o en polvo y rotado en dos direcciones en una cámara caliente, y la pared de la pieza se va construyendo a medida que más polvo se acumula.	Electricidad / gas
Termoformado	Proceso por el cual se le da forma a una lámina de plástico, utilizando calor y presión para empujar al plástico	Electricidad / gas

	<p>ablandado dentro de un molde.</p> <p>En este mecanismo los pellets se introducen en un cilindro, donde se los calienta. Luego, cuando el plástico se reblandece, un tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el plástico se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua.</p>	Electricidad
Termosellado	<p>Proceso de unión de plásticos por medio de calor y presión. Puede lograrse por medio del uso de resistencias eléctricas o por láser (ultrasonido)</p>	Electricidad
Laminado	<p>Proceso por el cual un material es pasado entre dos rodillos, ya sea para lograr reducir su espesor (laminado en frío para metales) o para generar un tratamiento superficial (como en el caso del corrugado de papel)</p>	
Troquelado	<p>Proceso que consiste seccionar materiales a través del uso de un cortante aplicado por balancín o prensa hidráulica</p>	Electricidad
Soplado	<p>Proceso que consiste en estirar el plástico para luego endurecerlo contra un molde. Se divide en dos categorías principales: soplado por extrusión y soplado por inyección.</p>	Electricidad
Extrusión	<p>Mediante este proceso los pellets se cargan en una tolva, luego pasan a una cámara de calentamiento, donde son fundidos por un tornillo de revolución continua. Al final de la cámara, el plástico es empujado a través de una pequeña abertura o matriz con la forma del producto. Al salir de la matriz el plástico extruido es enfriado por sopladores o por inmersión de agua.</p>	Electricidad

<b>Prensado</b>	Proceso que consiste en la conformación de materiales a través de la aplicación de presión, con o sin temperatura.	Electricidad / gas
-----------------	--	--------------------

Tabla 10. Procesos básicos de manufactura de envases. Fuente: (Brobow, Rabanal, & Testa, 2009)

## PROCESOS RELACIONADOS AL SISTEMA DE ENVASADO.

Estos procesos están relacionados al sistema de envasado requerido y seleccionado para el producto, así como la logística de producción, almacenamiento y distribución. Procesos para los cuales en el mercado se pueden encontrar una amplia gama de maquinaria. Los envasados son específicos para cada producto hay envasadoras de polvos, líquidos, etc. por lo que la maquinaria para este fin evoluciona constantemente, por tanto, es importante estar al día en el desarrollo de tecnología de producción, impresión y envasado.

En México la asociación de origen estadounidense Packaging Machinery Manufacturers Institute (PMMI) realiza anualmente Expo Pack®, la cual ha llegado a convertirse en la expo más grande de Latinoamérica enfocada a la fabricación de maquinaria de envases, procesamiento, componentes, maquinaria de conversión y materiales, tal ha sido su éxito que a partir del 2013 se realizará una versión de Expo-Pack en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. De entre las soluciones para el sistema de envasado que ofrece la expo están:

- Acumuladoras/Intercaladoras
- Par skin blíster/vacío
- Taponadoras o Taponadoras engargoladoras
- Cartonadoras
- Selladoras de cajas y charolas
- Empacadoras, desempacadoras de cajas y charolas
- Erectoras de cajas/formadoras de charolas

- Cartonadora de grupo para carga y cierre/sellado
- Limpieza, esterilización, secado y enfriamiento
- Cerrado, engargolado y sellado
- Codificadoras, fechadoras, impresoras, marcaje, estampadoras
- Bandas transportadoras/conveyors
- Alimentadoras
- Llenadoras/selladoras
- Llenadoras de productos secos/polvos/sólidos
- Llenadoras de líquidos/gas/viscoso
- Formadoras /llenadoras/selladoras-horizontales
- Formadoras /llenadoras/selladoras-verticales
- Inspección, detección y checadoras de peso
- Etiquetadoras (Identificación de producto y decoración)
- Orientadoras, organizadoras
- Paletizadoras unitarias
- Auxiliares para paletizado
- Paletizadoras, despaletizadoras
- Envasado especializado
- Envolvedoras
- De soporte y especializadas para conversión
- Decoradoras/marcaje/impresión
- Procesamiento-preparación de producto-modificadores de tamaño y forma
- Procesamiento-preparación de producto-mezcladoras separadoras filtradoras
- Procesamiento- modificación de producto especial
- Procesamiento-cocimiento de producto, calentamiento, enfriamiento
- Procesamiento de ciencias vivas.

La maquinaria existente es numerosa y cada proceso y producto requieren de una solución específica. Las soluciones que se encuentran en el mercado son también muy variadas, existen túneles con grandes capacidades productivas, como los que fabrica de la empresa Ulma, estas líneas de producción forman el envase, lo llenan y lo sellan automáticamente; pero también se encontraron soluciones específicas para pequeñas empresas como envasados en atmósfera modificada, selladoras, etiquetadoras, llenadoras, etc. con menores capacidades de producción, entre las empresas que proveen este tipo de maquinaria están Grupo Empac y VC999 packaging systems, entre otras.

Para saber que maquinaria se requiere, primero se tiene que saber el tipo de envasado que se desea, para los alimentos y fármacos puede clasificarse en 4 categorías:

- **Envasado tradicional.** Es el envasado habitual, pretende evitar contaminación por otros alimentos o productos o del ambiente mismo, o simplemente proteger cualquier producto en su transportación.
- **Envasado en atmósferas controladas (EAC).** Este tipo de envasado está relacionada con el frío de productos como hortalizas; al ser enfriados se retrasa la maduración de los productos debido a que se ralentiza las reacciones bioquímicas de este lo que produce que respire lentamente. En este proceso de enfriamiento se modifica la condición gaseosa empobrecida de oxígeno (O<sub>2</sub>) y enriquecida con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El uso de este tipo de envasado requiere de films de plástico especialmente permeables para evitar el intercambio de gases con el exterior.
- **Envasado en atmósfera modificada (EAM).** Esta es una técnica más moderna que la anterior. Esta técnica consiste en primero realizar el vacío, para posteriormente realizar el llenado con gases especiales, la

reducción de O<sub>2</sub> llega hasta del 1%, el resto es la aplicación de nitrógeno (N<sub>2</sub>) solo o combinado con otros gases. En este sistema de envasado hay 4 componentes básicos que deben ser tomados en cuenta y cada uno de ellos depende de la naturaleza del producto que se va a envasar, estos son: el envase utilizado, la mezcla de gases, los materiales del envase y el equipo de envasado. Al igual que el anterior tipo de envasado en este también es muy importante que el tipo de film plástico a utilizar en el envasado sea de una permeabilidad especial para que exista un equilibrio de atmósferas interna y externa al envasado (infoagro, 2007).

Son los constantes cambios en la sociedad los que demandan nuevos productos, y estos a su vez van requiriendo de maquinaria capaz de producir esas necesidades. Como un ejemplo a continuación se analizará el caso de los envases *stand up pouch* (SUP) para las salsas de tomate:

Al inicio de los años 90 nació en Brasil y los productos que se envasaban en los contenedores SUP eran: café soluble, mayonesa, snacks, chocolate, alimentos para mascota, pañuelos húmedos y algunos productos de limpieza. Este tipo de envases se vendía como opciones de refill. En Brasil, el éxito de los SUP llegó en el año 2005 específicamente en el sector alimenticio; debido a las tendencias nacionales y mundiales de sustentabilidad, reducción de costos productivos y presión por precios en los supermercados (Abate de Siqueira, 2012). Las ventajas de este tipo de envase pronto fueron percibidas por los consumidores:

- Reducción de precio del 30 a 35%
- No se quiebra
- No se oxida
- Liviano
- Versátil

- Práctico de manejar
- Fácil de desechar
- Proporciona beneficios logísticos y de sustentabilidad.

La generación de este tipo de envases ha demandado materia prima con ciertas características: un polímero laminado con barrera a la luz y al oxígeno (calidades indispensables para algunos alimentos, como el tomate), excelente maquinabilidad, sellado y mantenimiento de vida de anaquel del producto. Junto con la materia prima para elaborar los envases evolucionaron los equipos post form-fill-seal (FFS), los cuales se adaptaron a máquinas que garantizan la



Figura 17. Envasado stand up pouch

consistencia de sellado, evitando problemas de barrera o fugas, trabajando a buenos niveles de productividad y desperdicio.

Una vez solucionado el envasado

en SUP, se ha desarrollado también la tecnología para la fabricación de tapas llamadas spouts para productos que no son single serve (de un solo uso), estas pueden abrirse y cerrarse las veces que se desee ya que cuenta con tapa de rosca.



Figura 18. Spouts Simpliqueeze® para envases flexibles de la empresa Aptar.

## HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.

Con el fin de producir el menor daño posible al medio ambiente han surgido diversas filosofías y métodos de evaluación aplicables a los procesos productivos y a la forma de diseñar objetos. A continuación se revisaran algunos de estos métodos con el fin de orientar al diseñador de su potencial aplicación y utilidad.

### ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.

De acuerdo a el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés), el Análisis del Ciclo de Vida (LCA) es una herramienta para la evaluación sistemática de los aspectos medioambientales de un sistema o producto a través de todas sus etapas de vida (UNEP, 2003). La metodología del LCA está dividida en cuatro etapas:

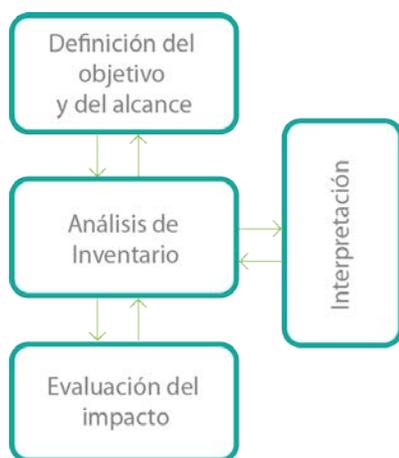


Figura 19. Etapas del Análisis de Ciclo de Vida.

- Definición del objetivo y su alcance. Es la etapa donde se definen los límites de los sistemas que se van a cubrir en la evaluación, esta etapa se vuelve a revisar más tarde con el fin de revisar información faltante.

- Análisis de Inventario. Con respecto a las extracciones de materia prima, emisiones a la atmósfera,

el agua y la tierra. Se cuantifican en cada etapa para después combinarlas en un diagrama de flujo.

- Evaluación del Impacto. Son una serie de números resultados de las mediciones que se tomaron en la etapa anterior, estas se agrupan y

cuantifican en un número limitado de categorías de impacto, las cuales pueden ser valoradas de acuerdo a su importancia.

- **Interpretación.** Los resultados son presentados de la manera más clara posible y con una conclusión mencionando la necesidad de reducir el impacto del producto o servicio.

El uso de LCA es una herramienta muy útil en la identificación y fácil lectura del impacto provocado por cada etapa del proceso productivo, ya que los resultados están dados en mediciones individuales y precisas, las cuales pueden ser utilizadas para la toma de decisiones en cualquiera de las etapas del proceso de producción.

## **ADMINISTRACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.**

Otra herramienta útil es la Administración del Ciclo de Vida del Producto o PLM por sus siglas en inglés (Product Lifecycle Management). Es una estrategia empresarial, la cual consiste en tener un depósito en común para todo el conocimiento, datos y procesos relacionados con el producto (Castaño Meneses & Ayala Landeros, 2011). El objetivo de PLM es permitir que las distintas entidades de una empresa, desde producción hasta ventas, compartan, en tiempo real, el conocimiento de las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto: diseño, fabricación, almacenamiento, transporte, venta, servicio postventa, reciclaje.

La implementación de esta estrategia trae como beneficio procesos más rápidos y ahorros en el suministro de materiales, así como en el costo de documentación, ya que algunas de sus funciones son:

- Planeación de Recursos de la Empresa (ERP)
- Administración de la Cadena de Suministro (SCM)
- Administración de la Relación con el Cliente (CRM)

En el mercado existen varios paquetes de software aplicables a las diferentes etapas del PLM:

- Para el modelado y el diseño: ECEM, CATIA, SOLID EDGE, SOLID WORK, NX DE SIEMENS, entre otros
- Para el análisis para la ingeniería, entre otros están: ANSYS, NASTRA, CAELINUX, CATIA, ALGOR.
- Para la planeación de la producción, manufactura y ensamble están: TECNOMATRIX, DELMIA, UNISOFT, OPENCIM, etc.

## LA FILOSOFÍA DE LA CUNA A LA CUNA

(Cradle to cradle).



Figura 20. Filosofía Cradle to Cradle. Fuente: Barone Lumaga 2009.

En su filosofía de la cuna a la cuna, Michael Braungart pone énfasis en el diseño de productos, propone la utilización de materiales que puedan ser devueltos sanos a la tierra o a la industria para ser reprocesados una y otra vez ( Barone Lumaga, 2009), como lo muestra la figura 19. Hace un llamado a los diseñadores a ser creativos y buscar

soluciones para generar objetos que no generen beneficios privados, en vez de eso que socialicen los residuos.

Esta filosofía enfocada a no generar desperdicios, plantea a los procesos productivos el reto y la oportunidad de rediseñarse con el fin de generar una productividad basada en un modelo para el desarrollo del metabolismo técnico, el cual a su vez se basa en los siguientes principios:

- Diseñar productos que sean nutrientes. (Waste equals food)
- Basar los procesos que requieren de energía, en las fuentes disponibles. (Use current solar income)
- Respetar los sistemas naturales y humanos, por medio de su gestión, y promover un entorno saludable para estos sistemas. (Celebrate diversity).

## **HUELLA AMBIENTAL DE LAS ORGANIZACIONES.**

### **(COMUNIDAD EUROPEA)**

El Centro de Investigación Conjunta de la Comisión Europea (JRC IES) ha desarrollado una guía técnica para el cálculo de la Huella Ambiental de las Organizaciones.

“...Esta guía se ha diseñado integrando la herramienta de huella de carbono con otros impactos ambientales relevantes, lo que permitirá construir un reflejo muy exacto del desempeño ambiental de todos los sectores, incluso aquellos en los que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) no representan el principal impacto ambiental derivado de su actividad. Con ello, el sector privado podrá evaluar, presentar y comparar el rendimiento ambiental de los productos, servicios y de la propia empresa, a partir de una evaluación integral de los impactos ambientales generados a lo largo de su ciclo de vida...” (Twenergy, 2013)

Esta misma guía técnica contempla una sección denominada la Huella Ambiental del Producto (PEF), la cual es una herramienta para evitar el ecoetiquetado engañoso y perfeccionar el mismo sistema de ecoetiquetado. Esta sección está basada en normas, manuales y documentos europeos e internacionales importantes, tales como:

- El Manual del Sistema de Referencia para los Datos del Ciclo de Vida (ILCD Handbook)

- El Global Reporting Initiative
- El Protocolo de GEI de Instituto de Recursos Mundiales (WRI)
- La Huella de Agua del Carbon Disclosure Project
- Norma ISO

Los envases del futuro están siendo una realidad debido a que la investigación es constante. Algunas empresas relacionadas a la producción de packaging realizan inversiones en investigación para ayudar a reducir los daños que causan sus productos al medio ambiente; como ejemplo está Dupont®, quien invierte en el desarrollo de materiales a partir del PLA; Natureworks® invierte en el desarrollo de biopolímeros hechos de plantas; d2w® fabrica un aditivo que acelera la oxobiodegradación de los polímeros rompiendo las cadenas poliméricas de los plásticos con el fin de que se degraden en ciertos periodos de tiempo predeterminados en el momento en que el aditivo es añadido.

Sin embargo, con el fin de dar a conocer los centros de investigación y las tendencias en el desarrollo de materiales aplicables al packaging y que en un futuro generarán las materias primas para poder ser utilizadas, las investigaciones que este capítulo ha de tratar son las relacionadas a las investigaciones que se dan en los centros de desarrollo e investigación y quienes se dedicados a el desarrollo de nuevos materiales y sus aplicaciones, no tanto a su comercialización como es el caso de las empresas citadas con anterioridad. Para mayor información de este tipo

de materiales, en el capítulo 2 se encuentra una tabla que resume los desarrollos en biopolímeros, su nombre comercial y quién los fabrica.

## ENVASES DEL FUTURO

### (Inteligentes, Activos e Ingeniosos)

En la literatura se ha encontrado una caracterización para identificar a los nuevos materiales que están siendo creados y aplicados al sector del packaging y que son utilizados principalmente en alimentos y fármacos. Edwin Moncada hace la comparación de varias definiciones que se dan de acuerdo a varios autores y define 3 tipos de los cuales en la tabla 11 se dan ejemplos de sus aplicaciones.

EMBALAJE ACTIVO (AP)	EMBALAJE INTELIGENTE (IP)	EMBALAJE INGENIOSO (SP)
Antimicrobiano	Indicador de crecimiento microbiológico	Antimicrobiano con monitoreo integrado
Absorbedor de oxígeno	Indicador de tratamiento tiempo-temperatura	Absorbedor de oxígeno con monitoreo integrado
Absorbedor de etileno	Indicador de atributos nutricionales	Absorbedor de etileno con monitoreo integrado
	Indicador de concentración de gas en embalajes de atmósfera modificada	Barrera más monitoreo integrado
	Indicador de ocurrencia de impacto	Auto calentamiento/enfriamiento integrado con monitoreo
	Indicador de radio frecuencia RFID	

Tabla 11. Principales aplicaciones de los envases activos, inteligentes e ingeniosos. .

- Envases Activos (AP): Son los que tienen la función de aumentar la protección del alimento.
- Envases Inteligentes (IP): Es el sistema de embalaje capaz de llevar funciones inteligentes (sensar, grabar, detectar, comunicar, aplicando la lógica científica) para extender la vida útil, aumentar la seguridad, mejorar la calidad, proveer informaciones y advertir sobre posibles problemas del alimento.
- Envases Ingeniosos (SP): Son los que reúnen las características de los envases activos y los envases inteligentes.

Con el fin de proteger y conservar las propiedades organolépticas de los alimentos, los envases activos hacen uso de aditivos. Estos tienen la capacidad de:

- Absorber O<sub>2</sub>
- Sustancias que producen o absorben CO<sub>2</sub> o dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- Absorben etileno
- Reguladores del contenido de humedad
- Sustancias antimicrobianas
- Liberadores de antioxidantes
- Liberan o absorben aromas

Otro elemento de suma importancia son los films plásticos específicos protectores de color (Bilska, 2011). En el anexo 2 se muestran algunos tipos de absorbentes, componentes y aplicaciones.

## DESARROLLOS EN LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN

En la búsqueda de información, acerca del desarrollo de materiales que fueran a la vanguardia del desarrollo tecnológico y que además se pudieran aplicar al packaging, se encontraron diversas investigaciones respecto al desarrollo de

envases inteligentes o envases activos, desarrollados en diversos centros de investigación, entre ellos, destaca el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y logística (ITENE) quien tiene un centro exclusivo para el desarrollo de nuevos materiales aplicables a envases, además de contar con una planta de desarrollo de nanorefuerzos, una planta piloto de envasado, un laboratorio de control de calidad para envases y embalajes. Es un instituto que colabora con otros organismos y países, trabaja en importantes proyectos en el desarrollo de nuevos y mejores materiales. Entre los diversos proyectos que actualmente está desarrollando este centro de investigación, destacan:



Figura 21. Proyecto IsaPack

Isa-Pack. Es el desarrollo de un envase flexible, sostenible, activo e inteligente destinado a contener alimentos frescos, alargando la vida de los productos y su calidad, mejorando la seguridad y reduciendo los residuos.



Figura 22. Proyecto NanoBarrier

Nano-Barrier. Desarrollo de una variedad de demostradores de envase y embalaje sostenibles y multifuncionales para la mayoría de sectores alimentarios europeos integrando innovadores materiales con sensores y funciones barrera basadas en nanotecnología.



Figura 23. Proyecto ChampiPack

Champi-pack. Este proyecto se centra en prolongar la vida útil del champiñón y setas enteros y en IV gama, que en la actualidad se encuentra en 5-6 días, mediante la aplicación de la Teoría de Barreras que consiste en la sinergia de la tecnología de tratamientos pos cosecha y la tecnología de envasado activo.



Figura 24. Proyecto SensoPack

Sensopack. El principal objetivo del presente proyecto es el desarrollo de un indicador colorimétrico imprimible, que cambie de color a medida que avance el deterioro del producto envasado con el fin de

tener un mayor control sobre la calidad microbiológica y organoléptica de los productos cárnicos, y más concretamente sobre la calidad de productos derivados del pollo.

Con el fin de dar a conocer estas y otras investigaciones relacionadas en la materia, así como en conocer cómo se puede aprovechar mejor la generación de tecnologías de envase activo e inteligente, en Octubre del 2012 se celebró en Tokio el congreso *Active & Intelligent Packaging Business Models*. Evento organizado por la *Asociación de la Industria de Envase y Embalaje Activo e Inteligente (AIPIA)*, organismo de ámbito internacional y de reciente creación (ITENE, 2012).

Es evidente que las investigaciones acerca del desarrollo de mejores materiales se concentran en el desarrollo de materiales inteligentes y activos, por otro lado también se está investigando la mejor manera de producirlos a bajo costo y de manera generalizada para que su aplicación en el mercado llegue en el corto plazo (Hispack, 2012).

La industria de los alimentos y productos farmacéuticos es uno de los sectores de mayor potencialidad para las aplicaciones industriales (Moncada, 2007), por lo que no es de extrañarse que el *Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA)* tenga como resultado, entre sus investigaciones, desarrollos de envases que evitan la ploriferación de hongos en las fresas, envases que mejoran la calidad nutricional del producto: algunos reducen en un 25% el contenido de colesterol de la leche que contienen, otro es una película comestible que aporta calcio a las fresas (Hispack, 2012).

La nanotecnología es un campo muy prometedor en el futuro para el desarrollo de nuevos materiales, a través de ella se pueden manipular los polímeros tradicionales ya que tienen la facilidad de modificar sus propiedades, por lo que a través de la investigación se están obteniendo nuevos polímeros con nuevas propiedades y por lo tanto con nuevos usos (Moncada, 2007). En cuestión de

polímeros, no es el único campo de acción donde se está trabajando, también se están destinando recursos para el desarrollo de nuevos polímeros a partir de fuentes renovables; alternativas que puedan ser aplicadas al igual que lo está haciendo en estos días el PLA.

Lo interesante de estas otras investigaciones en polímeros, es que ya se están buscando alternativas para la elaboración de materias primas a partir de fuentes renovables pero sobre todo que no comprometan el uso de suelo destinado a la siembra de alimentos. Entre estos desarrollos cabe destacar el realizado por el Ing. Químico Scott Mungía, quien ha desarrollado a partir del hueso de aguacate el Biocom y Bioblend (patentes en trámite). Biocom es una resina que se utiliza para la elaboración de productos plásticos biodegradables y compostables, Bioblend un aditivo biodegradable que favorece la desintegración natural de polietileno, polipropileno, policloruro de vinilo, poliestireno y polímeros de celulosa (ID, 2012), efecto similar al que realiza el aditivo d2w® del cual la literatura ni la página web de los fabricantes especifican la naturaleza de su origen.

El desarrollo de materiales inteligentes es una realidad, sin embargo solo se pueden encontrar en el mercado envases activos o inteligentes en algunos países de Europa, en Japón, y en Estados Unidos (Hispack, 2012).

De acuerdo con el Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) la ciencia y la tecnología se ven como el detonador más importante para el proceso de transformación de las economías emergentes y en vías de desarrollo. De acuerdo a la OCDE en la clasificación del 2008 de los países en relación con sus capacidades en la economía del conocimiento México obtuvo la posición número 59, el cual significa un deficiente desempeño económico debido a la falta de acumulación de conocimiento y la poca difusión del mismo (Zaguayo-Lau & Foladori, 2010).

INSTITUCIÓN	NÚMERO DE LABORATORIOS
CPI-CONACYT (No se incluye CIMAV e IPICYT)	45
UNAM (incluye facultades e institutos)	23
CIMAV	18
IMP	16
IPN (incluye el CINEVESTAV)	7
IPICYT	6
Universidad de Sonora	6
Universidad de Guadalajara	6
Universidad Autónoma Metropolitana	5
Universidad Autónoma de Chihuahua	3

Tabla 12. Instituciones en México con más laboratorios dedicados a la I&D de la nanotecnología

Con el fin de mostrar los avances en el país en la tabla 13 se muestran los principales centros de investigación de nanotecnología en México, y algunas de las empresas que trabajan con nanotecnología.

EMPRESA	OFICINA CENTRAL	INSUMO NANOTECNOLÓGICO	PRODUCTO FINAL.
Plástico Rex	Nuevo León	Nanopartículas	Tubería de pvc
3M México	Minnesota	Nanopartículas	Extrusión de cintas con nanopartículas
Polímeros Nacionales	Ciudad de México	Nanopartículas	<b>ENVASES CON NANOPARTÍCULAS</b>
Indelpro/Grupo ALFA	Nuevo León	Nanopartículas	<b>ENVASES DE POLIPROPILENO CON NANOPARTÍCULAS</b>
Centro de Investigación y Desarrollo del Grupo DESC	Ciudad de México	Nanopartículas	Productos de plástico
SONY Tijuana	Tokio	Nanopartículas	Pantallas planas y moduladores de audio
Vitromex	Coahuila	Nanopartículas	Pisos de cerámica más

Kemet de México	Carolina del Sur	Nanoestructuras compuestas	ligeros y resistentes Capacitor de tantalio
Antiestática de México	Jalisco	Nanopartículas	Taloneras, pulseras, charolas
Servicios Condumex/Grupo Carso	Ciudad de México	Nanopartículas	Cables con recubrimiento de nanopartículas
Viakable/ Grupo Xignus	Nuevo León	Nanopartículas	Cable eléctrico de aluminio
Dynasol Elastomeros	Texas	Nanopartículas	Productos industriales, llantas, hules
Cemex Central	Nuevo León	Nanopartículas	Cementos
Palau Bioquim	Ciudad de México	Nanorganismos (nanobiotecnología)	Productos remediadores de suelos
Mabe/General Electric	Ciudad de México	Nanopartículas	Refrigeradores y lavadoras
Comex	Ciudad de México	Nanoarcillas	Pinturas y recubrimientos
Prolec GE/Grupo Xignux y General Electric	Nuevo León	Nanomateriales	Transformadores
Servicios Industriales Peñoles/ Grupo Peñoles	Ciudad de México- Nuevo León	Síntesis de nanopartículas y nanomateriales (hechos in situ)	Plásticos, anti bactericidas y textiles
Nano soluciones/Subsidiaria Percenta ag	Gluecksbur, Alemania	Nanopartículas	Pinturas, recubrimientos, materiales y plásticos
Pemex	Paraestatal, México	Confidencial	Gasolina, diesel y combustóleo
Vitro	Nuevo León	Nanopartículas	Vidrios
Kaltex	Estado de México	Nanopartículas	Fibra foto catalítica, fibra reguladora de temperatura y fibra anti fungicida
Sigma/Grupo alfa	Nuevo León	Nanopartículas	<b>ENVASES CON NANOPARTÍCULAS</b>

Tabla 13. Centros de investigación de nanotecnología en México. Fuente: Zaguayo-Lau & Foladori, 2010.

De los desarrollos nanotecnológicos aplicables a envases se buscó el estatus de los proyectos, el cual se describe a continuación:

- Sigma/Grupo Alfa. Es un proyecto de CONACYT fondo mixto. Aprobado el 9 de Septiembre del 2011. El cual es un proyecto de

escalamiento industrial para la fabricación de envases a partir de nanopartículas y los prototipos desarrollados a nivel piloto. El responsable del proyecto es el M. en C. Orlando Severiano Pérez.

- El investigador M. en C. Eduardo Ramírez Vargas quien labora en el Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), trabaja en el desarrollo de envases con nano partículas, pero no se encontró información acerca del avance del proyecto.

## APLICACIONES EN EL MERCADO

Para concluir este capítulo en la siguiente tabla se muestran ejemplos en el mercado de envases inteligentes.

	<p>Smart Wallet.</p>	<p>De la compañía Bosch. Envase para medicamentos (pastillas) con microchip integrado para no olvidar tomarlas. Es ligero y económico de fabricar</p>
	<p>Etiquetas inteligentes (imagen: cerveza Mikkeller)</p>	<p>Cambian de color con la temperatura e indican los tiempos óptimos de consumo de los productos Para la identificación de objetos en muy diferentes aplicaciones.</p>
	<p>Etiquetas inteligentes por radiofrecuencia. (imagen: electrónica FQ)</p>	<p>Pueden suministrarse a medida de cada necesidad. pre-codificadas, pre-impresas, etc.</p>

Tabla 14. Ejemplos de aplicaciones de packaging inteligente

## capítulo 5 | estado del arte del packaging sustentable

En particular la industria del packaging se ha encontrado bajo intensa presión para reducir el desperdicio que generan los diversos tipos y niveles de envasado (primario, secundario y terciario), así como para mejorar su reciclabilidad. Cumplir con este objetivo ya que el papel que desempeña el packaging a través de la cadena de logística es muy complicado, por lo que es complicado saber si las acciones aisladas proporcionan una mejora (Lewis, 2007). En el capítulo 7 se han de tratar algunas de las estrategias establecidas por algunas organizaciones para el desarrollo del packaging sustentable, lo que concierne a este capítulo es la sustentabilidad y como se identifica esta tendencia en el mercado y sus aplicaciones reales relacionadas a los conceptos tratados en los capítulos anteriores.

### SUSTENTABILIDAD

Sustentabilidad es un concepto complejo y a la vez muy abierto en su interpretación, sin embargo es un concepto que varias compañías alrededor del mundo están considerando y por consecuencia están lidiando para abordar y hacer coincidir el menor impacto ambiental con sus actividades de tal manera que

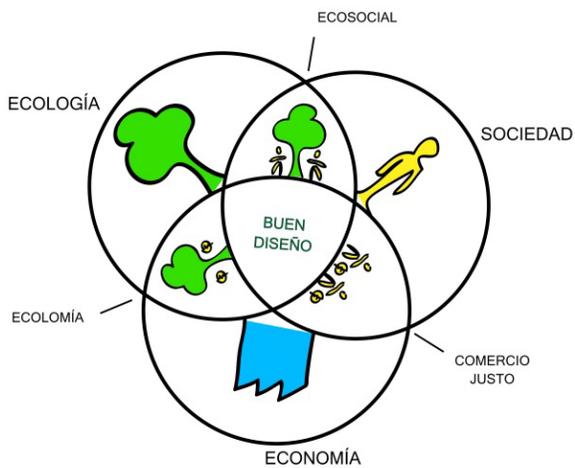


Figura 25. El buen diseño por Noé Marcial

*desarrollo sustentable es hacer la vida mejor para todos...* Definición con la que el diseñador Noé Marcial coincide en 3 aspectos fundamentales de la sustentabilidad al desarrollar su concepto del buen diseño: Sociedad, economía y medio ambiente. Por lo que en la definición de diseño sustentable se observa que este debe ser ambientalmente benigno, económicamente viable y socialmente equitativo.

Hay varias definiciones para el packaging sustentable, aunque con variantes

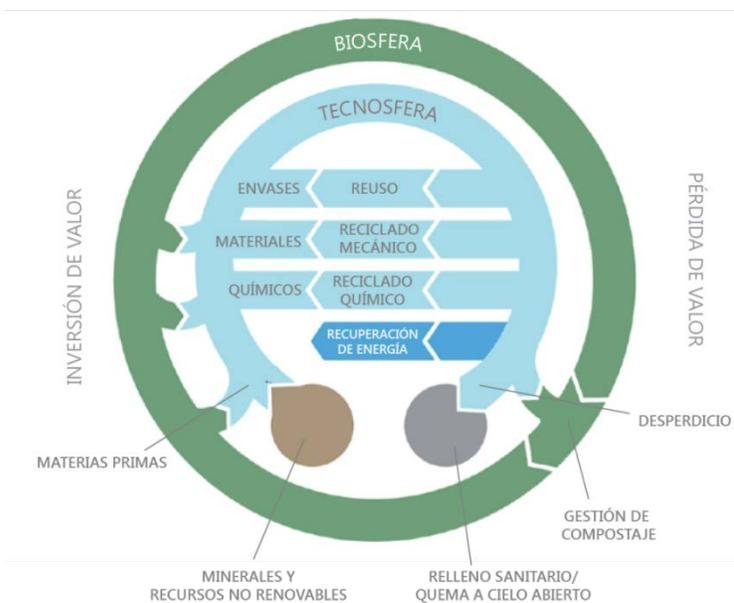


Figura 26. Ciclos de vida Biológica e Industrial

Fuente: Sustainable Packaging Coalition®

los ajustes en el proceso de manufactura, diseño de los productos, logística, mercadotecnia y las estructuras de negocio y relaciones tienen que ajustarse (Lewis, 2007).

Según la Comisión Bruntland (The United Nations Commission on Environment and Development) "...el desarrollo sustentable satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus necesidades. El

coinciden en los 3 aspectos básicos de la sustentabilidad. En el 2005 la SPC (Sustainable Packaging Coalition®) presenta la primera definición de packaging sustentable, de acuerdo a esta definición (SPC, 2011) este debe ser:

- Es benéfico, seguro y saludable para los individuos y comunidades a lo largo de todo su ciclo de vida.

- Cumple con los criterios de

mercado de costo y rendimiento.

- Su origen, fabricación, transportación y reciclaje es realizado con energías renovables.
- Optimiza el uso de materiales renovables o reciclados.
- Se produce con tecnología limpia y buenas prácticas sociales.
- Está fabricado con materiales sanos a lo largo de su ciclo de vida.
- Físicamente diseñado para optimizar material y energía en su fabricación.
- Es efectivamente recuperado, cerrando los ciclos de vida biológica e industrial (figura 25)

De acuerdo a la guía de ecodiseño para el sector del plástico: envase y embalaje, del Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAST) el diseñar el envase de cada producto hay una serie de factores que intervienen:

- Factores técnicos y funcionales
- Factores legales
- Factores estéticos
- Factores económicos
- Factores ambientales

El factor ambiental está relacionado con la disminución del impacto ambiental del ciclo de vida del producto, y por lo tanto con todos los otros factores mencionados.

“...El cambio en los diseños por motivos ambientales ha originado el denominado “marketing verde” y es debido a que parte de la Sociedad actual presenta una importante conciencia de protección del medio ambiente, lo que hace que ese consumidor se sienta atraído por este tipo de mensajes...” (Verdejo & Botica, 2010).

Al momento de adquirir un producto, es la etiqueta la que nos da ese mensaje y la información general acerca del producto que estamos adquiriendo. Motivo por el cual, a continuación se presenta una revisión de elementos encontrados en las etiquetas de los productos de nuestro país, su significado y su relación con la imagen de sustentabilidad del producto.

## SIMBOLOS DE RECICLAJE Y ECOETIQUETAS USADAS EN MÉXICO.

El tipo de codificación más utilizado en nuestro país es el creado en 1988 por la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI por sus siglas en inglés), código que identifican las resinas con las que se ha elaborado el recipiente, la clasificación permite identificar con facilidad el grupo de plástico al que pertenece el producto para ser reciclado. La codificación abarca los 6 tipos de resinas más comunes y la séptima categoría es para los productos diferentes a los catalogados (ASTM, 2008).

La señalética más encontrada en los productos y que hace referencia al cuidado del medio ambiente o que muestra al producto perteneciente a una empresa consiente y responsable, se resume en la tabla 16.

 1 PETE	POLIETILEN TEREFTALATO
 2 HDPE	POLIETILENO ALTA DENSIDAD

 3 PVC	POLICLORURO DE VINILO
 4 LDPE	POLIETILENO BAJA DENSIDAD
 5 PP	POLIPROPILENO
 6 PS	POLIESTIRENO
 7 OTHER	OTROS

Tabla 15. Codificación para el reciclaje de plásticos de acuerdo a Sociedad de la Industria del Plástico (SPI).

	<p>Con el fin de incitar a los consumidores a mantener una ciudad limpia, la señalética de “ponga la basura en su lugar” con sus diferentes variantes acompaña a casi el 100% de productos.</p>
 Corrugated Recycles	<p>Señalética usada frecuentemente, también con sus variantes en diseño, para productos de cartón. Puede encontrarse acompañada o no de la leyenda “Etiquetas 100% RECICLABLES”</p> <hr/>



Distintivo que otorga el Centro Mexicano para la filantropía (Cemefi) a las empresas comprometidas con la calidad de vida en la empresa, ética empresarial, vinculación con la comunidad, vinculación con el medio ambiente y comunicación y promoción del consumo responsable.

---



El Bucle de Miaus es muy utilizado para referenciar que el material con el que está hecho el envase o la etiqueta es reciclable.

---



Logo ECOCE® que portan marcas de la industria productora de refrescos, aguas carbonatadas, aguas purificadas, de condimentos y alimentos; para indicar que sus envases participan el programa de recolecta y reciclado de PET.

---



El recién aparecido logo de plantbottle® de para productos de PET hechos con resinas provenientes hasta con un 30% de fuentes renovables. Utilizable hasta el momento para botellas de agua Ciel® y presentaciones de Coca Cola® de 400 y 600 mililitros.

Tabla 16. Señalética más utilizada en las etiquetas, en México.



Figura 25. Certificación FSC

Como se mostró en el capítulo 1 hay diferentes tipos de eco etiquetas que respaldan a un producto que ha sido producido bajo criterios medioambientales y regulados por normas internacionales. De acuerdo a la revisión en nuestro país, en la aplicación de este tipo de etiquetas solo se ha encontrado que es aplicable la eco etiqueta FSC que avala la organización Forest Stewardship Council. Este logo se puede ver en algunas de las etiquetas que acompañan la ropa, la empresa natura® las utiliza en las cajas de sus productos.

## MERCADEO.

Según AIMPLAST, cada vez son más los consumidores que están conscientes de los impactos ambientales y sociales que se están dando en las últimas décadas, por lo tanto conocen su responsabilidad social al momento de adquirir sus productos de tal manera que el criterio ambiental está siendo un factor importante. Conocedoras de esta información, las empresas lanzan para sus productos fuertes campañas de publicidad verde, siendo en ocasiones muy frecuentes la información que proporcionan cuestionable. "...El greenwashing hace referencia a la comunicación que una empresa mantiene con sus clientes bajo una línea de ventajas ambientales de sus productos, cuando en realidad no aportan ningún beneficio significativo en términos ambientales..."

De acuerdo a la consultora canadiense Terra Choice2 (AIMPLAST, Énfasis Packagig, 2012), el número de productos con declaraciones ambientales se incrementó en un 73% del año 2009 al 2010. De los productos analizados cerca del 95% hacían referencia a:

- La comunicación de aspectos ambientales irrelevantes o inexistentes del producto.
- La falta de pruebas que permitan verificar la afirmación ambiental realizada
- El uso de etiquetas falsas.

En los medios de comunicación visuales e impresos se han encontrado campañas de publicidad que promocionan productos comprometidos con el medio ambiente. Como ejemplo, a continuación se muestran algunos casos de cómo las empresas están promocionando en nuestro país sus productos, así como la señalética utilizada para referenciar el cuidado con el medio ambiente:

1. Comprometidos con la reducción de su huella de carbono, Grupo Bimbo ha implementado una serie de estrategias:



Figura 26. Logo de la empresa Bimbo. Empaque 100% degradable

- Energía: Ahorro de energía, implementación de transporte limpio.
- Reducción del consumo térmico en sus plantas.
- Manejo integral de sus residuos sólidos
- Ahorro de agua.
- Uso de madera certificada por la FSC para el transporte de sus productos.

Lo que tangiblemente percibe el consumidor en los envases de los productos Bimbo®, es que imprime en los envases de sus productos el logo de 100% reciclable, sus bolsas tienen el código de la SPI correspondiente al tipo de envoltura y contienen señalética de la empresa referente a conservar limpia la ciudad.

2. **ciel**® propiedad de la empresa Coca-Cola®. En recientes fechas ha lanzado su campaña de publicidad de **plantbottle**®. La cual es una botella hecha de resinas compuestas hasta de un 30% de plantas (recurso renovable) en combinación con derivados de petróleo (recurso no renovable). Según la página web oficial es una botella de PET 100% reciclable que reduce hasta en un 20% su huella de carbono. La señalética que contiene la etiqueta es el logo registrado de **plantbottle**®, el logo de **ECOCE**® y la señalética propia para depositar la basura en su lugar. La tapa es de color verde y la etiqueta contiene varios elementos naturales.



Figura 27. Publicidad del agua Ciel.

## ESTRATEGIAS.

Con el objetivo de optimizar la gestión de residuos para el reciclaje, han surgido algunos planes de recolección como son los de **ECOCE** y los que maneja la compañía **TerraCycle**®.

La asociación civil ECOCE fundada en 2002 administra un fondo por las empresas asociadas (de la industria productora de refrescos, aguas carbonatadas, aguas purificadas, de condimentos y alimentos), opera el Plan Nacional Voluntario de Manejo (ACOPIO) de los Residuos de Envases de PET; el cual contempla la recolección de botellas en escuelas del país con el fin de que las empresas asociadas puedan procesar y utilizar nuevamente el PET.



Figura 28. Logo TerraCycle.

La empresa TerraCycle® ha creado un sistema de recolección de basura para envases hechos de materiales que aún no pueden ser reciclados. Tiene sistema de recolección en 20 países, México es uno de ellos, reutilizan los envases y generan nuevos productos.

## APLICACIONES DE ECO DISEÑO EN EL PACKAGING.

A continuación se presentan solo algunos ejemplos de las aplicaciones en el mercado de eco diseño en el packaging y la manera en que beneficia la aplicación del diseño. Los factores que hacen de estos ejemplos diseños sustentables son que reducen la cantidad de material utilizado ya sea por un adelgazamiento en las paredes, o por la conformación de su estructura la cual proporciona protección al producto. El envase stand up pouch está elaborado de material biodegradable, sin embargo los otros ejemplos utilizan materiales que fácilmente pueden ser reciclados para la elaboración de nuevos productos y que como puede apreciarse son de fácil separación lo cual también facilita su reciclaje.

Ecodiseño	Descripción	Ventajas
	<p>Bolsas y burbujas de aire</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protegen el producto en su transportación.</li> <li>• Reduce el peso de transportación.</li> <li>• El tipo de plástico con el que están hechas las bolsas permiten su reciclaje.</li> </ul>
	<p>Soportes de transportación (insertos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Protegen el producto en su transportación.</b></li> <li>• <b>Son degradables ya que están hechos de pulpa a base de caña de azúcar y bambú.</b></li> <li>• <b>Muy resistentes</b></li> </ul>
	<p>Cantoneras y paneles tipo panal de abeja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protegen el producto en su transportación.</li> <li>• Son reutilizables y reciclables</li> <li>• Resisten grandes cargas.</li> </ul>
	<p>Envase para tenis PUMA®</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Elimina componentes.</b></li> <li>• <b>utiliza un 65% menos de cartón</b></li> <li>• <b>La bolsa de tela se reutiliza</b></li> <li>• <b>Los componentes separados facilitan su reciclaje.</b></li> </ul>
	<p>Envases stand up pouch</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizan alrededor de 70% menos material que las botellas convencionales.</li> <li>• Reducen el espacio de acomodo, por lo que reduce los costos de transporte.</li> </ul>

Tabla 17. Aplicaciones de packaging sustentable.

Existen varias metodologías para el desarrollo de packaging sustentable, las cuales básicamente se enfocan en al ahorro del material a través del adelgazamiento de los espesores en las paredes o por medio de la eliminación de las sobre envolturas, tal es el caso de la metodología de Envirowise (de Practical Environmental Advice for Busines). Pero, en este capítulo se revisarán dos de las estrategias de diseño para el desarrollo de packaging sustentable más completas ya que tienen acciones más concretas para ser aplicadas, también se revisará una metodología de ecodiseño, aplicable a los objetos en general pero que contiene puntos importantes que enriquecen al diseñador industrial. Estas estrategias y metodologías giran alrededor de los 3 principios (economía, sociedad y medio ambiente) que da la Comisión Bruntland en su definición de sustentabilidad, como se revisó en el capítulo anterior.

## GUÍA DE ECODISEÑO PARA EL SECTOR DEL PLÁSTICO.

Publicadas por AIMPLAS, son una serie de pautas de diseño aplicables al sector del envase y embalaje de plástico. Los puntos de mejora y consideraciones

ambientales detectadas en el análisis ambiental de un producto, debe traducirse en acciones concretas de mejora. Estas acciones se pueden clasificar en, al menos, una de las ocho estrategias de Ecodiseño que se definen en la tabla 18, todas las estrategias (excepto la 1) están relacionadas con el ciclo de vida del producto. La elección de una u otra acción dependerá, entre otras consideraciones, de la viabilidad técnica, la viabilidad económica y de la disponibilidad en el mercado de los materiales. Esta guía de ecodiseño propone 14 acciones, las cuales se muestran en su relación con el ciclo de vida en la tabla 19, pero son proporcionadas a detalle en el anexo 3.

Etapas Ciclo de Vida	Estrategias
---	1. Mejorar el concepto del producto
Obtención de las materias y componentes	2. Selección de materiales de bajo impacto 3. Reducción del uso de materiales
Producción	4. Optimización de las técnicas de producción.
Distribución	5. Optimización del sistema de distribución
Uso	6. Reducción del impacto durante el uso 7. Incremento de la vida útil del producto
Fin de vida	8. Optimización al final de la vida útil del producto

Tabla 18. Estrategias de diseño relacionadas al ciclo de vida del producto. Fuente: AIMPLAS

ACCIONES	ETAPAS DEL CICLO DE VIDA.							
	Concepto de producto	Obtención de materias y componentes		Producción	Distribución	Uso		Fin de Vida
	Mejorar el concepto del producto	Selección de materiales de bajo impacto	Reducción del uso de materiales	Optimización de las técnicas de producción	Optimización del sistema de distribución	Reducción del impacto durante el uso	Incremento de la vida útil del producto	Optimización al final de la vida útil del producto
Cambios en las dimensiones de la rosca								
Cambio de envase rígido a envase flexible								
Uso de tintas y/o pinturas de bajo impacto ambiental								
Minimización del uso de sustancias peligrosas								
Envases apilables y/o desmontables								
Acciones sobre la impresión								
Envases reutilizables								
Cambio de geometría								
Utilización de materiales reciclados								
Uso de mono materiales y/o materiales compatibles								
Marcado de								

los materiales plásticos										
Empleo de materiales compostables										
Uso de material de origen renovable										
Evitar sobre embalaje										

Tabla 19. Relación acciones-estrategias de ecodiseño. Fuente: AIMPLAS

## ESTRATEGIAS DE LA ALIANZA DEL PACKAGING SUSTENTABLE.

Entre 2002 y 2005 la SPA, de origen Australiano, establece cuatro principios

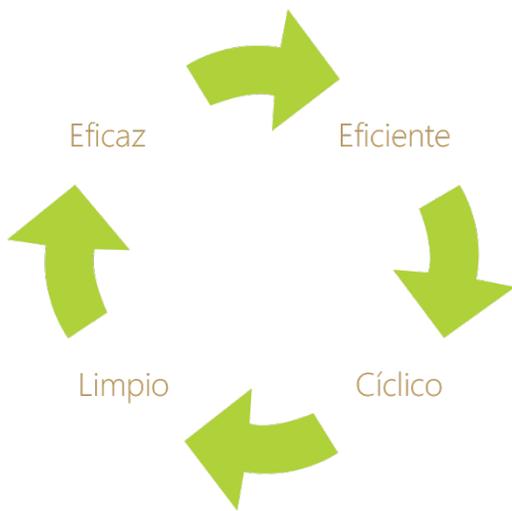


Figura 29. Principios del packaging Sustentable de la SPA

del packaging sustentable: Eficaz, eficiente, cíclico y limpio; por medio de los cuales se derivan las estrategias para el diseño de packaging, manufactura, logística y mercadotecnia. Con el fin de resaltar que la sustentabilidad propone una serie de indicadores clave del rendimiento; denominados KPIs (por sus siglas en inglés: Key Performance Indicators). Con ellos indica que es un proceso de mejora continua y no un lugar con un punto final predeterminado. En la tabla 20 se muestran los principios de la definición del packaging sustentable,

las estrategias y los indicadores clave del rendimiento.

Esta es una metodología muy importante y relevante, ya que además de dar soluciones concretas, toma en cuenta los ciclos de vida del producto y logística de

distribución e incluso toma en cuenta aspectos que facilitan la gestión de los residuos por medio del etiquetaje, y el continuo monitoreo para la mejora continua.

Principios	Estrategias para el diseño de packaging, manufactura, logística y mercadotecnia	KPIs
<p>Eficaz: Beneficio social y económico.</p> <p>El sistema del packaging añade un valor verdadero a la sociedad de manera efectiva al contener y proteger los productos a lo largo de la cadena de suministro y por el apoyo de información para un consumo responsable.</p>	<p>Eliminar cualquier packaging que no sea necesario (¿Puede el sistema de producto-envase ser rediseñado para eliminar uno o más componentes?).</p> <p>Asegúrese de que el packaging cumple satisfactoriamente con los requerimientos que demanda la cadena de suministro para la protección del producto, contaminación, distribución, la venta al menudeo y el uso.</p> <p>Diseñe el sistema producto-packaging para minimizar el impacto total de su Ciclo de Vida.</p> <p>Minimizar los costos de toda la cadena de suministro</p> <p>Proporcionar a los consumidores de la información de los atributos ambientales del packaging.</p> <p>Asesorar a los consumidores sobre la correcta eliminación del</p>	<p>Funcionalidad de cada componente en el sistema del packaging (lista).</p> <p>Beneficios sociales y económicos del sistema de packaging como un todo (lista).</p> <p>Proporción producto-packaging por peso (toneladas de producto divididas entre toneladas de packaging)</p> <p>Costos de la cadena de suministros (\$ por unidad de producto)</p> <p>Declaraciones ambientales consistentes con la norma ISO 14021 específicas, relevantes, precisas y verificables.</p> <p>Logos de reciclaje y asesoría sobre packaging reciclable.</p>

	packaging.	<p>Uso correcto de los códigos de identificación de plásticos.</p> <p>Instrucciones de no depositar para su reciclaje en los contenedores de residuos peligrosos.</p>
<p><b>Eficiente:</b> Hacer más con menos.</p> <p>El sistema del packaging es diseñado para usar los materiales y la energía eficientemente a lo largo de su Ciclo de Vida. La eficiencia puede ser definida como la mejor practica en cada etapa del Ciclo de Vida del packaging.</p>	<p>Reducir el volumen y peso del packaging al mínimo requerido para la protección del producto, seguridad, higiene y aceptación del consumidor.</p> <p>Incrementar la eficiencia del sistema producto-packaging al modificar el producto. Por ejemplo, el uso de productos concentrados.</p> <p>Minimizar el desperdicio del producto.</p> <p>Maximizar la eficiencia de energía y agua mediante sistemas de recuperación durante la manufactura.</p>	<p>Peso total del material usado en el sistema de packaging (desde su envase primario hasta los pallets o grandes contenedores).</p> <p>Proporción producto-packaging por peso (toneladas de producto divididas entre toneladas de packaging).</p> <p>Porcentaje del producto que se convierte en desperdicio antes de que llegue al consumidor (ejemplo, daño en la transportación).</p> <p>Porcentaje del producto que queda en los envases primarios, una vez que el consumidor ha utilizado el producto.</p> <p>Energía consumida a través del Ciclo de Vida del packaging (MJ por tonelada de packaging).</p> <p>Agua consumida a través del Ciclo de Vida del packaging (kL por tonelada de packaging).</p>

	<p>Mejorar la eficiencia del transporte. Ejemplo, la utilización máxima cúbica.</p>	<p>Configuración de las tarimas (pallets) y la eficiencia cúbica en su utilización (%)</p>
<p><b>Cíclico:</b> Optimizar la recuperación.</p> <p>Los materiales usados en el sistema del packaging se alternan en forma continua en sistemas naturales e industriales, con un mínimo de degradación en el material. Las tasas de recuperación deben ser optimizadas con el fin de lograr un ahorro de energía y ahorro o disminución de gases de efecto invernadero.</p>	<p>Identifique los ciclos disponibles de recuperación del packaging y asegúrese que este pueda ser procesado dentro de esos ciclos.</p> <p>Packaging Reutilizable: diseñado para reducir al mínimo el impacto de su ciclo de vida. Ejemplo, maximizar la reutilización antes de que se destine a otro uso alternativo como a su reciclaje.</p> <p>Packaging Reciclable. Si se utiliza un material, especificar el sistema para su recuperación. Si son más materiales los que se van a usar, que estos sean fáciles de separarse o que no contaminen el sistema de reciclaje. Diseñar para ciclos cerrados de vida. Usar la máxima cantidad de material reciclado que sea posible (preferentemente que provenga del post consumo)</p>	<p>Coleccionar y crear sistemas de reprocesamiento para el packaging (lista)</p> <p>Re-uso (proporción de la recuperación nacional del producto a través de la compañía o planes industriales)</p> <p>Reciclaje. (proporción de la recuperación nacional del material a través de sistemas de reciclaje)</p> <p>Porcentaje del packaging (por peso que se recupera a través de los procesos de reciclaje disponibles).</p> <p>Promedio porcentual de material reciclado (post consumo)</p> <p>Promedio porcentual de material reciclado (total)</p>
	<p>Packaging Degradable. Especifique la compostabilidad del producto, o bien si es material oxodegradable. Asegúrese que el sistema de</p>	<p>Compostaje. (Proporción nacional de recuperación del material a través de sistemas de compostaje).</p>

recolección sea adecuado para la recolección y tratamiento de este tipo de materiales.

Especifique cómo los materiales renovables proporcionan un impacto ambiental más bajo

Use energía renovable estacionaria (Ejemplo, comprando energía verde)

Use energía renovable en el transporte, la cual tiene más bajo impacto ambiental.

Porcentaje del material del packaging que proviene de una fuente renovable.

Porcentaje de energía estacionaria usada por la fuente renovable.

Porcentaje de la energía de transportación usada por la fuente renovable.

---

**Seguridad:** No contaminante y no tóxico.

La fabricación de packaging usa técnicas de producción limpias y tecnologías de mejores prácticas en materiales y consumo de energía.

Políticas y procedimientos de productos limpios (lista)

Componentes del packaging usados en el sistema, incluyendo materiales, acabados, tintas, pigmentos y otros aditivos que no creen riesgos a las personas o a los ecosistemas.

Evitar o minimizar el uso de aditivos basados en metales pesados (< 100 ppm por unidad de packaging)

Uso de aditivos basados en metales pesados (lista) y concentración (ppm)

Cuando exista duda se deben de tomar medidas precautorias.

Evitar o minimizar el uso de materiales o aditivos que puedan contaminar los alimentos y que se conviertan en un riesgo a la salud humana, ej. Ciertos plastificados.

Riesgos a la salud o al ambiente asociados con el packaging (lista).

Evitar o minimizar el uso de materiales o aditivos que creen un riesgo a las personas o a los

ecosistemas durante la recuperación o el desecho.	
Minimizar los impactos ambientales durante el transporte (considerar la distancia, modo de transporte y tipo de combustible)	Distancias de transporte para cada etapa del ciclo de vida del packaging (km). Modo de transporte usado en cada etapa del ciclo de vida del packaging (km). Tipo de combustible usado en cada etapa del ciclo de vida del packaging (lista)

Tabla 20. Estrategias e indicadores de la clave de rendimiento (KPIs) Fuente: Lewis, 2007

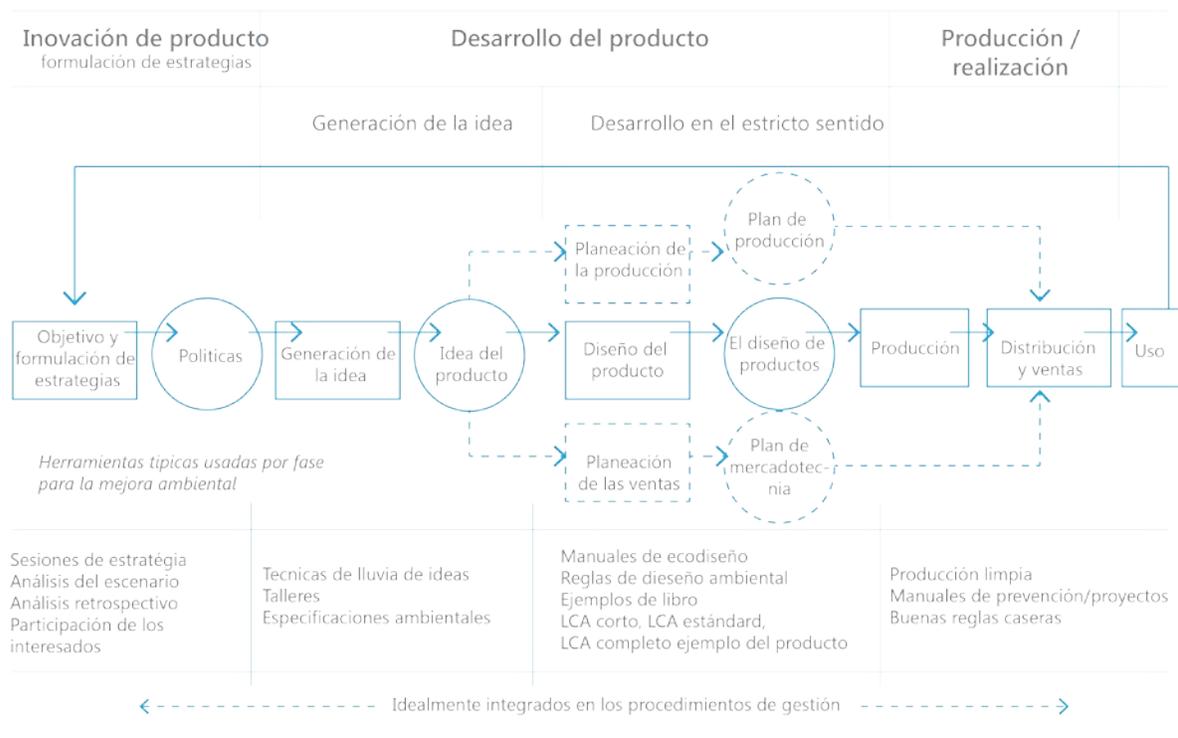
Ya que es una metodología cíclica, para facilitar el monitoreo rápido del impacto que genera el packaging, esta metodología desarrollo una herramienta denominada PIQUET© por sus siglas en inglés (Packaging Impact Quick Evaluation Tool), esta herramienta es una serie de indicadores muy específicos, similares a los indicadores del LCA, pero enfocados al packaging. Entre otros, los indicadores con los que cuenta son:

- Proporción producto/packaging
- Porcentaje del producto sobrante en packaging
- Porcentajes del total del packaging en los vertederos y su peso
- Porcentaje del total del packaging reciclado y su peso
- Porcentaje reciclado de packaging por contenido de pallet

## ESTRATEGIA DE ECODISEÑO.

En Estados Unidos, seis instituciones líderes en el desarrollo de productos sustentables, realizaron un análisis del estado del arte en Europa acerca de este tipo de productos. En la figura 31, se muestra una de las aportaciones de este análisis: la relación entre la estrategia del producto, el desarrollo del producto, la producción y las herramientas de mejora ambiental.

### ESTRATEGIAS Y ELEMENTOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DE PRODUCTOS



Fuente: Arnold Tukker, Peter Eder, Martin Charter, Erick Haag, An Vercauteren and Thomas Wiedmann  
 Eco design: The State of implementation in Europe *Conclusions of the Art Study for IPTS*

Figura 30. Estrategias y elementos del desarrollo sostenible de productos. Adaptación basada y traducida de la fuente: (Tukker, Eder, Charter, Haag, Vercauteren, & Wiedmann, 2001)

Esta aportación no es en sí una metodología de ecodiseño, pero muestra un aspecto importante que se desea destacar: La idea de generar una política integral del producto. Sin embargo, esta aportación puede ser tomada como una estrategia o guía para la implementación del ecodiseño muy importante; ya que si las políticas de las empresas están basadas en la sustentabilidad, la generación de los productos que se desarrollen siempre tendrá una base sólida.

## capítulo 7 | conclusiones

México se encuentra en una posición de desventaja en lo que se refiere al desarrollo de productos sustentables. Para las empresas, todavía no es prioridad implementar mejoras en sus sistemas productivos ni el desarrollo de productos sustentables.

En el capítulo 5, se puede ver el escaso desarrollo real del packaging sustentable. Las empresas que comienzan a tener responsabilidad social son contadas, y las acciones concretas aplicadas a los productos son muy limitadas. Los etiquetados de los productos contienen muy poca información real y útil que los identifique como sustentables. Por el contrario, como ya se mencionó anteriormente, está habiendo un alto incremento en las falsas declaraciones ambientales respecto a los productos, pero propuestas concretas ha habido muy pocas.

En nuestro país, las estrategias ecológicas reales aplicables en la manufactura de envases, que se encontraron son:

- El adelgazamiento de los espesores de las paredes de los envases
- La utilización de aditivos que hacen a los plásticos convencionales oxodegradables.

- La utilización, de algunas empresas, de materia prima reciclada como es el caso del PET.
- Cambio de envases rígidos a envases flexibles.

En cuanto al uso de los biopolímeros, en nuestro país su uso es todavía limitado. En la revisión para encontrar proveedores nacionales de materia prima para ser usada en algún proceso para la producción de envases (extrusión, termoformado o inyección) a base de biopolímeros; solo se encontraron solo dos, los cuales distribuyen el PLA:

- **Plásticos del Futuro S.A. de C.V.**, quienes entre otros productos distribuye láminas de Ingeo™ PLA de Nature Works LLC, las cuales pueden ser utilizadas para la el termoformado de empaques rígidos.
- **PromaPlast**, también es distribuidor de los productos Ingeo™ de Nature Works LLC, pero maneja más productos:  
 Ingeo™2003D, en presentación de extrusión de lámina y termoformado  
 Ingeo™3001D, en presentación para inyección  
 Ingeo™3052D, en presentación para inyección  
 Ingeo™3051D, en presentación para inyección  
 Ingeo™3801X, en presentación para inyección  
 Ingeo™4032D, en presentación para extrusión de película biorientada.

Aunque en costo, el PLA es más elevado que el del PET, es el biopolímero más comercial en nuestro país y generalmente es usado para sustituir a contenedores o envases hechos a base de PET. Se pueden encontrar en el país varios distribuidores de productos a base de almidones o a base de caña de azúcar como los contenedores, vasos, platos y cucharas; sin embargo, estos son productos terminados en los que los diseñadores industriales ya no pueden manipular la forma.

En el desarrollo de packaging sustentable, el uso de biopolímeros como materia prima es solo un eslabón, ya que como se vio a lo largo de este trabajo son varios los factores que influyen en el packaging con estas características y si lo que se desea es reducir la acumulación de residuos en los rellenos sanitarios es preciso recordar (como se mencionó anteriormente) que un polímero biodegradable también puede ser de origen sintético.

En la literatura no se encontró ningún tipo de análisis realizado para el cálculo del impacto en los LCA, ya sea con la aplicación de algún método científico o con software especializado, con el cual se pudiera hacer la comparación del impacto de productos tanto a base de materia prima proveniente de recursos renovables, como de materia prima derivada del petróleo (ya sea virgen o reciclada).

Por lo anterior, no es posible concluir a lo largo de todo el ciclo de vida que tipo de materia prima es más sustentable. Ya que el uso de polímeros derivados del petróleo, bien gestionados y aplicados correctamente, pueden también contribuir a reducir el problema del agotamiento de las materias primas provenientes de estas fuentes. Por otro lado, el uso de materias primas a base de recursos renovables, como el PLA, utilizan superficies de terrenos que pueden ser utilizadas para la siembra de alimentos de consumo humano, lo que a la larga no las hace tan sustentables.

En concreto, utilizar solo materias primas provenientes de fuentes renovables, todavía no es posible, existe una dependencia al consumo de los derivados del petróleo debido a las propiedades físicas y químicas, hasta ahora inigualables, que proporcionan estos productos. Propiedades que a su vez ayudan a mantener las propiedades organolépticas de los productos que protegen los envases hechos de estos polímeros. Y aunque a nivel mundial ya hay un gran número de investigaciones para desarrollar mejores materiales por medio del uso

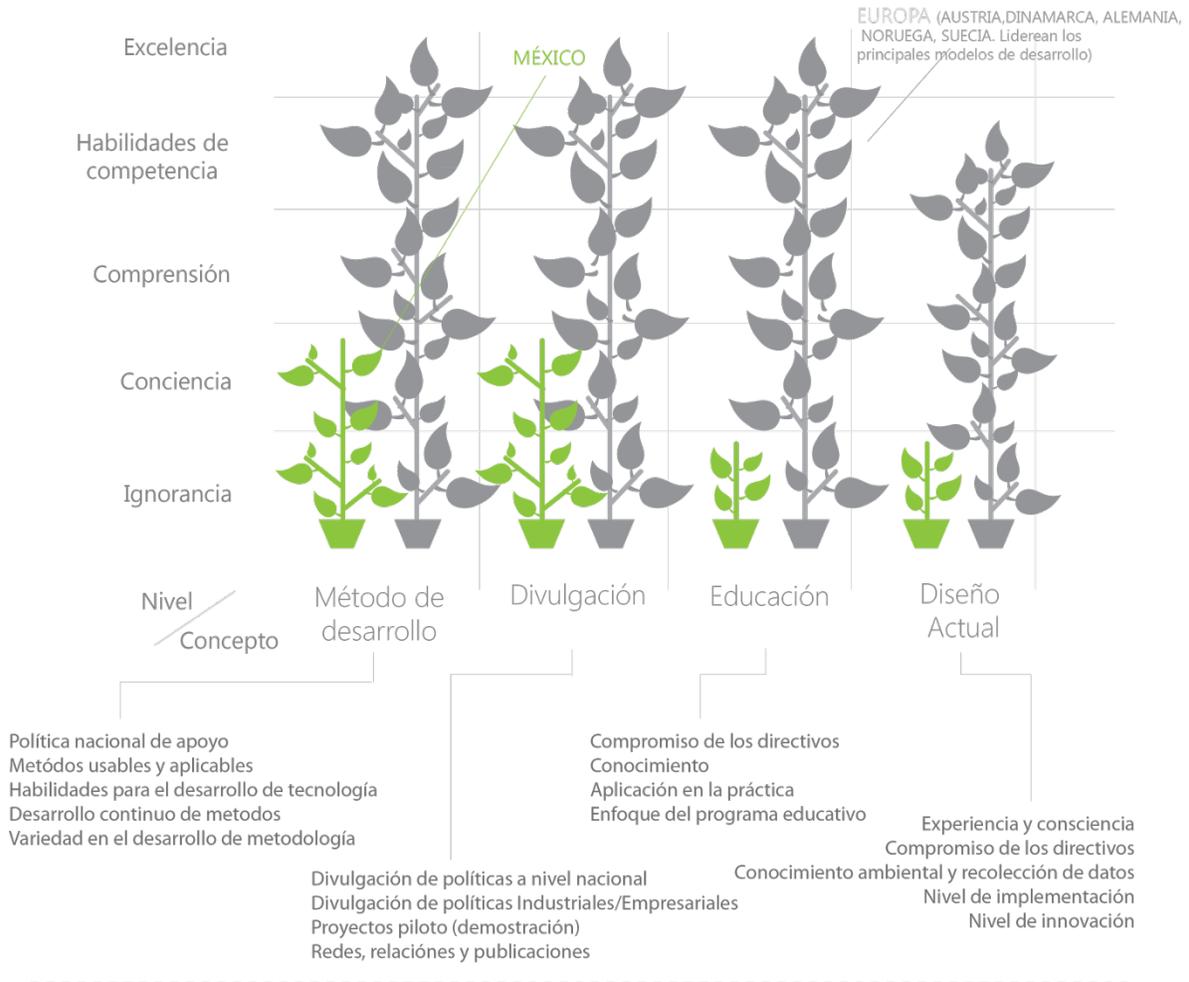
de la nanotecnología y el uso de materiales provenientes de fuentes renovables, las propiedades de estos nuevos materiales todavía no igualan las propiedades de los materiales a base de polímeros sintéticos, otro problema es la corta vida útil que presentan, ya que tienden a la degradación. Por otro lado, de los materiales biooriginados que ya se han logrado obtener en laboratorios, aún no son producibles a escala industrial.

La posición de desventaja en la que se encuentra el país, puede ser traducida en una gran oportunidad de desarrollo, inevitablemente el desarrollo de productos sustentables es una necesidad que debe ser atendida con urgencia. Tomando como base los cuatro conceptos que reflejan la demanda y la oferta de ecodiseño (Tukker, et al. 2001): Divulgación, educación, métodos de desarrollo y diseño actual, y aplicándolos a México, en la figura 32 podemos ver resumido el estado del arte del packaging sustentable en nuestro país.

Como se puede apreciar, en México **todavía no se comprende** el impacto real al que puede llevar una política nacional de un desarrollo sostenible, y como consecuencia de ello los apoyos a las empresas para implementar el desarrollo de productos de este tipo carece de normas, leyes, metodologías de apoyo y de desarrollo. Como ejemplo del poco apoyo a las empresas por parte del gobierno en nuestro país, está el cobro de impuestos por comprar envases recolectados o separados por pepenadores o en pequeños comercios, lo cual inhibe las inversiones en materia de reciclaje (Patiño, 2013).

En nuestro país el cambio ha de comenzar cuando se comprenda realmente las dimensiones del problema y desde cada empresa se adopte como parte de la misión el desarrollo sustentable de productos, apoyados por el gobierno a través de una política sustentable de desarrollo nacional.

## ESTADO DEL ARTE DEL PACKAGING SUSTENTABLE



Conceptos basados en la fuente: Tukker, 2001. Eco design: The State of implementation in Europe *Conclusions of the Art Study for IPTS*

Figura 31. Estado del arte del packaging sustentable en México con respecto a el eco diseño en Europa.

Mientras tanto, es decisión de cada diseñador tomar conciencia del trabajo que le corresponde, desde lo particular puede comenzar a utilizar las estrategias de eco diseño existentes. Para el desarrollo de packaging se recomienda la aplicación de las estrategias desarrolladas por la SPA, debido a que como ya se mencionó son las más completas y tiene la característica de desarrollar un sistema de mejora continua.

**anexo I. EMPRESAS Y COMUNIDADES QUE CUENTAN CON CERTIFICADO FSC DE CADENA DE CUSTODIA EN MEXICO julio 2012. (FUENTE: FSC México)**

<b>Código de certificación.</b>	<b>Código FSC</b>	<b>Empresa</b>
IC-COC-10002	FSC-C017601	A.W. Faber-Castell de México SA de C.V
SW-COC-003670	FSC-C009039	Amac Impresos S.A de C.V.
SW-COC-003356	FSC-C019167	Artes Gráficas Panorama S.A. de C.V.
SGSNA-COC-005346	FSC-C102689	Avery Dennison México
SCS-COC-001985	FSC-C006762	Baja Millworks S.A. de C.V. dba as Cabinets by Baja, Inc and Cabinets by Baja S.A. de C.V.
SCS-COC-003666	FSC-C105036	Bio Pappel Printing - Planta México
SCS-COC-002920	FSC-C041298	Bio Pappel Printing - Veracruz Mill
SCS-COC-003893	FSC-C107941	Bio PAPPÉL Printing – Planta Oaxaca
SGSNA-COC-005898	FSC-C102682	Blueline MGF de México
SGSNA-COC-005898	FSC-C102682	Blueline MGF de México Plant 3
SCS-COC-003774	FSC-C106418	Bolsas Delta S.A. de C.V.
SW-COC-005556	FSC-C106525	Bolsas y Papeles Morysan S. A. de C. V.
RA-COC-006025	FSC-C111302	Carmont S. A. de C. V.
SW-COC-005167	FSC-C102409	Cartones Ponderosa S.A. de C.V.
SW-COC-005474	FSC-C106151	CG Universal Wood S. A. de C. V
SW-COC-005311	FSC-C006434	COMEFOR S.A de C.V.
SW-COC-005341	FSC-C104630	COMERCIALIZADORA COPAMEX S. A. de C. V
SW-COC-005341	FSC-C104630	COPAMEX INDUSTRIAS S. A. de C. V.
SW-COC-005341	FSC-C104630	COPAMEX S. A. de C. V.
SCS-COC-003696	FSC-C108835	Corporation Chipinque, S.A. de C.V.

SW-COC-003672	FSC-C012100	Dixon Comercializadora, S.A. de C.V.
RA-COC-005870	FSC-C109694	Edelmann Packaging México S. A. de C. V.
SCS-COC-004250	FSC-C111652	Ediprint SA de CV
SW-COC-001542	FSC-C014681	Ejido El Balcon
SCS-COC-004070	FSC-C110251	Empaques Modernos de Guadalajara S.A. de C.V
SGSNA-COC-006266	FSC-C102599	Esselte Matamorso
SGSNA-COC-006266	FSC-C102599	Esselte Reynosa
SW-COC-005521	FSC-C106713	Exel Servi Gráfica S. A. de C. V.
SW-COC-005686	FSC-C108675	Foli de México S. A. de C. V.
SW-COC-000632	FSC-C001866	Forestal Alfa S.A. de C.V. - División Madera
SW-COC-005387	FSC-C105260	Forestal La Reforma S. A. de C. V.
SW-COC-005590	FSC-C107564	GBOX S. A. de C. V.
SW-COC-005670	FSC-C106765	Grupo Papelero Scribe S. A. de C.V.
SW-COC-002796	FSC-C011956	Grupo Pochteca S.A. de C.V.
SCS-COC-004179	FSC-C110817	Grupo Regio
SCS-COC-003958	FSC-C109138	Habitat Design Millworks
SW-COC-003586	FSC-C013418	Herramientas Stanley S.A de C.V
SW-COC-005240	FSC-C103641	Impresos Florida S. A. de C. V.
SW-COC-005804	FSC-C106543	Industria Forestal Pueblos
RA-COC-000663	FSC-C021435	Mancomunados S. P. R. de R. I.
SW-COC-004226	FSC-C002227	Industrial Pinos Altos S. de R.L. de C.V.
SW-COC-005509	FSC-C106152	Industrias Riviera S.A de C.V.
SW-COC-001664	FSC-C007528	Litoprocess S. A. de C. V
SW-COC-005057	FSC-C100636	Maderería Modelo de México, S.A. de C.V.
SCS-COC-000139	FSC-C014860	Manufacturas Post-Form S. A. de C. V.
SCS-COC-004202	FSC-C111118	Masonite México S.A. DE C.V
SCS-COC-003699	FSC-C105648	Metrocolor de México S.A. de C.V
SW-COC-000591	FSC-C014197	Moldugrab
SCS-COC-003807	FSC-C106859	Molduras Halcón S.A. de C.V.
SGSNA-COC-004127	FSC-C074425	Muebles Finos Torres, S.A. de C.V.
SCS-COC-003821	FSC-C106937	North American Communications
SW-COC-004605	FSC-C041387	Office Club S.A De C.V.
SCS-COC-001617	FSC-C007869	Offset Santiago S.A de C.V.
SW-COC-005341	FSC-C104630	Orange County Container
SW-COC-005454	FSC-C105967	Group/Corrugates of Baja California
SW-COC-005091	FSC-C101605	PAPELERA DE CHIHUAHUA S. A. de C. V.
SW-COC-005810	FSC-C109875	Papelaría Lozano Hermanos S. A. de C. V.
SCS-COC-004098	FSC-C110051	PIXEL PRESS S. A. DE C. V.
SCS-COC-004066	FSC-C109874	Plan Maestro Los Ocotones S. P. R. de R. L. de C. V.
SW-COC-000562	FSC-C005475	Printing Arts México S. de R.L. de C.V.
SCS-COC-003503	FSC-C102484	Productora de Papel S.A. de C.V.
		Productora de Triplay, S.A. de C.V.
		Proyectos Arquitectónicos y de

SW-COC-005804	FSC-C106543	Especificación S.A. de C.V. (PROA)
SW-COC-000772	FSC-C013930	Pueblos Mancomunados
SCS-COC-003981	FSC-C109248	Puertas Finas de Madera Montealbán S.A. de C.V.
SCS-COC-003529	FSC-C102811	Puertas Principales Parral
SW-COC-005467	FSC-C105160	Reliable Container de México S.A. de C.V.
SGSNA-COC-000072	FSC-C101537	Rexcel S. A. de C. V.
SW-COC-005784	FSC-C109526	RR Donnelley
SW-COC-005784	FSC-C109526	Smurfit Cartón y Papel de México S. A. de C. V. Molino Cerro Gordo
SW-COC-004130	FSC-C020428	Smurfit Cartón y Papel de México S. A. de C.V.
SCS-COC-004175	FSC-C110880	SIG Combibloc México SA de C.V (México City)
SW-COC-005605	FSC-C107717	Servicios Profesionales de Impresión SA de CV
SW-COC-005784	FSC-C109526	Santa Fe Rustic Tradition S. A. de C. V.
SW-COC-005784	FSC-C109526	Smurfit Cartón y Papel de México S. A. de C.V. Molino Monterrey
SGSNA-COC-000277	FSC-C111822	Smurfit Cartón y Papel de México S. A. de C.V. Molino Los Reyes
		SMURFIT CARTÓN Y PAPEL DE MÉXICO S.A DE C.V.

anexo 2. ABSORBEDORES, SUS APLICACIONES Y COMPUESTOS. Fuente:

Agnieszka Bilka, 2011

Tipo de Absorbedor	Compuesto	Aplicación.
Oxígeno	Compuestos de hierro, ácido ascórbico, sales de metales, glucosa oxidasas.	Queso, productos de panadería, dulces, nueces, leche en polvo, café, té, frijoles, cereales, carne.
Humedad	Gel de sílice, glicerol.	Productos de panadería, carne, pescado, aves, Vegetales y frutas
CO2	Calcio, hidróxido de sodio o potasio	Granos de café tostados.
Sustancias con actividad microbiana.	Etanol encapsulado, compuesto que contienen plata, ácidos ascórbico y benzoico. Benomilo, imazalil, lizosima, bacteriozimas (nisina, Pediocina, lactacina), componentes de especies/hierbas.	Grasas, productos de cereales.
Etileno	Oxido de aluminio, carbón activado, Tetraoxomanganate de potasio.	Frutas (manzanas, chabacanos, bananas, avocado) and vegetables (zanahorias, papas, tomates, pepinos)
Compuestos de aroma	Ácido cítrico, esterres de celulosa y poliamida.	Productos fácilmente oxidables, ejemplo: grasas en productos de pescados, jugos de frutas

anexo 3. TABLAS DE ECO ETIQUETAS TIPO I. (FUENTE: AIMPLAS)

Tipo de producto	Organismo (País)	Documentación de referencia	Logo
<p>Bolsas reutilizables de polietileno (PE)</p> <p>Bolsas tipo camiseta de polietileno (PE)</p> <p>Bolsas de basura de polietileno (PE)</p>	<p>AENOR España</p>	<p>UNE 53942:2009</p> <p>UNE 53970 EX:1996</p> <p>UNE 53971 EX: 1996.</p>	
<p>Bolsas de basura de polietileno (PE)</p>	<p>Environmental Choice Canadá</p>	<p>Certification Criteria Document. CCD-126</p>	
<p>Productos de material compostable</p> <p>Productos de plástico reciclado</p>	<p>de Garantía de Qualitat Ambiental (DGQA) Cataluña, España</p>	<p>MAH/2064/2009. Código 100</p> <p>Resolución MAH/1959/2009. Código 010</p>	
<p>Productos de plástico reciclado</p>	<p>Blaue Engel Alemania</p>	<p>Basic Criteria for Award of the Environmental Label. RAL-UZ 30ª</p>	

anexo 4. TABLA DE ACCIONES DE ECODISEÑO (FUENTE: AIMPLAS)

<b>Acción 1: Cambios en las dimensiones de la rosca</b>	
<b>Descripción</b>	<p>Esta acción se engloba dentro del concepto de optimización del producto y disminución del material empleado.</p> <p>Si se tienen en cuenta los denominados “cuerpos huecos” es decir, botellas, bidones, botes, etc. que tienen un tapón o una tapa, ésta puede ir o no roscada (depende de los materiales, del producto a contener, de las condiciones de conservación, etc.). Si presenta rosca, este elemento suele ser la parte más gruesa de todo el envase, acumulándose en ella una gran proporción del material empleado en el envase total.</p> <p>Si se reduce la altura o el diámetro de la rosca, lógicamente sin que pierda sus características de funcionalidad y técnicas, la cantidad de materia que se reduce es importante, más aún si se tiene en cuenta que ésta va a ir acompañada de la consiguiente reducción del tapón (en altura o diámetro).</p>
<b>Beneficios ambientales</b>	<p>Relacionado con la legislación de envases y residuos de envase y el concepto de minimización.</p> <p>Reducción del consumo de materias primas.</p> <p>Reducción de la cantidad de residuos generados.</p>
<b>Barreras</b>	<p>Si el diámetro disminuye puede ser más difícil el llenado/vaciado de producto (o disminuir la velocidad, muy importante en los procesos de llenado automático).</p> <p>Si la altura disminuye puede ser más difícil el agarre del envase para el llenado (o disminuir la velocidad).</p> <p>Puede suponer un rechazo por parte del consumidor en el aspecto emocional, por no dar confianza en el buen cierre del producto, en el caso de disminuir la altura.</p>
<b>Oportunidades</b>	<p>Supone, una vez desarrollado el producto, un menor coste económico asociado al consumo de materias primas (directo a las mismas y repercutido en el menor coste de otros gastos como por ejemplo, el Punto Verde).</p> <p>Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).</p>

## Acción 2: Cambio de envase rígido a envase flexible

### Descripción

Normalmente se trata de un cambio conceptual. Se pasa de un envase rígido autoportante a otro flexible, que no mantiene esa presencia y que contiene el mismo producto o uno concentrado.

Es un cambio no solo de material, sino también de proceso de transformación, de uso que se le da al producto envasado o del propio producto envasado. Y se suele publicitar como nuevos formatos o simplemente recargas de los formatos originales.

Existen dos posibilidades principales:

- Envase flexible que sustituye al envase rígido. En el caso de que sea un envase de un solo uso, la apertura del mismo se haría mediante rasgado o corte del mismo. En el caso de que sea de más de un uso, normalmente lleva un tapón para permitir la apertura/cierre. Este segundo caso conlleva más material que el anterior.
- Envase flexible que complementa al envase rígido. Son las denominadas eco-recargas o eco-pack. El usuario compra un primer producto con envase rígido y cuando este se termina, vacía el contenido del envase flexible en el interior del envase rígido.

En ocasiones, estos cambios de formato se relacionan con cambios de producto, haciendo formatos más reducidos por concentración de producto. Así es una evolución envase/producto. Un ejemplo son algunos detergentes en base agua, que se envasan concentrados en plástico hidrosoluble. El usuario introduce el producto junto con su envase en el envase rígido y le añade agua, consiguiendo el producto inicial y en este caso, el envase flexible e hidrosoluble se diluye.

Se usa bastante en envases de productos cosméticos (por ejemplo gel) o de productos de limpieza (por ejemplo detergentes y suavizantes).

Reducción del consumo de materias primas.

Reducción de la cantidad de residuos generados.

Reducción del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones atmosféricas relacionadas, ya que se optimiza el transporte (más productos en un mismo transporte).

Puede suponer un rechazo por parte del consumidor que puede presuponer un producto de menor valor.

Puede suponer dificultades en el manejo del producto.

Puede producir una pérdida de imagen de la marca.

Supone, una vez desarrollado el producto, un menor coste económico asociado al consumo de materias primas (directo a las mismas y repercutido en el menor coste de otros gastos, como por ejemplo, el Punto Verde).

### Beneficios ambientales

### Barreras

### Oportunidades

Para el consumidor supone un beneficio económico (normalmente están asociados a un menor precio) y comodidad de transporte (menor peso del producto).

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

### Acción 3: Uso de tintas y/o pinturas de bajo impacto ambiental

#### Descripción

Los procesos auxiliares de impresión y pintado suponen generalmente un importante impacto ambiental debido al uso de tintas y/o pinturas con alto contenido en disolventes.

Esta acción va encaminada a sustituir estos preparados por otros más respetuosos con el medio ambiente (menor impacto ambiental).

Las principales alternativas a la utilización de tintas y/o pinturas de uso tradicional son:

- Tintas/pinturas con alto contenido en sólidos (menor contenido en disolvente).
- Tintas/pinturas de secado UV o curado por radiación UV.
- Tintas/pinturas en base agua.
- Tintas/pinturas de aceites vegetales.

La elección de una tinta/pintura u otra dependerá de las características del producto final, y debe haber un compromiso entre la calidad y la producción.

Reducción de la emisión de compuestos orgánicos volátiles.

#### Beneficios ambientales

Reducción de las características de peligrosidad de las materias consumidas.

Reducción de las características de peligrosidad de los residuos generados durante la producción del envase.

#### Barreras

Requiere modificaciones en los equipos de impresión/pintado, lo que conlleva un coste inicial.

En algunos sustratos puede no tener la calidad requerida.

El cambio debe ser analizado para asegurar el cumplimiento legislativo.

#### Oportunidades

Reducción de la problemática asociada a riesgos laborales.

Facilidades para el cumplimiento legislativo de emisiones a la atmósfera.

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

### Acción 4: Minimización del uso de sustancias peligrosas

## Descripción

Esta acción va encaminada principalmente a los aditivos y cargas empleadas en la fabricación del envase, así como las tintas, adhesivos y otras materias que pueden emplearse en actividades auxiliares de laminación, decoración del envase, etc., no a los materiales plásticos que no son peligrosos.

Para saber cuál es la peligrosidad de las sustancias o preparados a emplear se debe consultar la ficha de seguridad del mismo. Una lectura rápida de la misma, aunque no completa, puede hacerse a través del etiquetado (pictogramas y frases R y S) de la sustancia o el producto.

Para analizar el riesgo hay que tener en cuenta que influyen varios factores, entre los que se encuentran la peligrosidad y la cantidad (a mayor cantidad, mayor es el riesgo). Por eso hay dos acciones principales:

- Disminuir la cantidad de sustancia peligrosa que se emplea.
- Sustituir la sustancia peligrosa por otra que presente una peligrosidad menor.

Relacionado con la legislación de envases y residuos de envase (ver Anexo), por ejemplo, se exige que la presencia de metales pesados (Cromo (VI), Mercurio, Plomo y Cadmio) sea inferior a 100 ppm. Esta limitación puede no cumplirse en el caso de los pallets y cajas que pertenezcan a un sistema de retorno cerrado y controlado.

## Beneficios ambientales

Reducción de las características de peligrosidad de las materias consumidas.

Reducción de la peligrosidad de los residuos generados.

## Barreras

Puede ser requerida por motivos técnicos la presencia de alguna sustancia peligrosa en la composición, que de eliminarse provocaría una pérdida de propiedades. Se deben buscar alternativas de las mismas.

Económicamente la sustitución puede no ser viable.

## Oportunidades

Reducción de la problemática asociada a riesgos laborales.

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 5: Envases apilables y/o desmontables

Esta acción se basa en el diseño de envases que se puedan apilar o desmontar para reducir su volumen para el transporte y el almacenaje; es muy importante en el caso de los materiales plásticos, en los que en la mayoría de los casos, el límite en el transporte es el volumen y no el peso.

Las posibilidades son variadas:

## Descripción

- Diseños de tipo cónico que suponen reducir de una forma efectiva el volumen de un determinado número de productos al

## Beneficios ambientales

### Barreras

### Oportunidades

introducirse unos en otros.

- Diseños modulares o plegables, en los que antes y después de contener al producto van plegados. Es muy importante para envases reutilizables.

Esta acción supone un aumento de la relación número de productos/unidad de transporte.

Reducción de los materiales de envase y embalaje.

Reducción del consumo de combustibles fósiles y de las emisiones atmosféricas relacionadas, ya que se optimiza el transporte (más productos en un mismo transporte).

Limitación de las formas del producto en el diseño.

En ocasiones es necesario añadir agentes de slip o de deslizamiento para facilitar posteriormente su des apilamiento.

Reducción de costes en el transporte (en un mismo transporte se pueden distribuir más piezas).

Disminución de costes en el envase/embalaje asociado.

Menor coste asociado con el almacenaje de los productos (menor volumen ocupado).

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 6: Acciones sobre la impresión

### Descripción

Esta acción está relacionada con la disminución en el uso de tintas (y en el caso de ser en base disolvente, de los propios disolventes) y cambio de color.

Se pueden tener en cuenta varias acciones diferentes y complementarias:

- Menor superficie impresa. Con esta acción se reduce la impresión global del envase a una menor parte, lo que implica una menor cantidad de tintas, de disolventes (en el caso de que sea una tinta en base solvente) y en general, tiempo de producción del envase.

- Utilización de colores fríos frente a cálidos. Con esta acción se aumenta la calidad del reciclado del producto.

Reducción del consumo de materiales auxiliares (en algunas ocasiones relacionados con sustancias peligrosas).

Reducción del impacto durante la transformación del envase (menor consumo energético).

### Beneficios ambientales

Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

Aumento de la reciclabilidad del envase.

Reducción del residuo generado en la planta recicladora.

Minimización de residuos a tratar por otras vías (reducción de

## Barreras

depósito en vertedero y de los impactos asociados al mismo).

El envase puede resultar menos atractivo al cliente.

En el caso de reducir la parte impresa, como el producto es más visible, puede ser crítico para ciertos productos (como por ejemplo papas que son de fácil rotura o frutos secos que pueden perder la piel).

El envase puede perder la identidad de marca.

En ciertos productos hay que tener en cuenta las limitaciones de esta medida para etiquetado obligatorio, puesto que puede ser insuficiente.

## Oportunidades

El producto es más visible.

Envase más económico.

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 7: Envases reutilizables

### Descripción

Se habla de envase reutilizable cuando éste se emplea diferentes veces, tanto para el uso que inicialmente fue concebido, como para otros usos.

La reutilización puede conllevar la necesidad de acondicionar (lavar, extraer partículas, eliminar elementos extraños) el envase entre un uso u otro o tras varios usos, dependiendo del caso concreto.

Los envases reutilizables normalmente presentan mayor cantidad de materia prima que los envases de un solo uso (paredes más gruesas), para que tengan una vida útil mayor. Es por este motivo que si no se usa más de una vez, el beneficio se convierte en perjuicio.

Como casos más habituales de envases reutilizables para el mismo uso, destacar: las bolsas reutilizables, las cajas para el transporte, los pallets de transporte o los bidones de agua de las fuentes de oficinas.

Envases reutilizables para otro uso se pueden considerar algunos botes, de boca roscada o no, y las cajas de uso en expedición que también se usan como expositores en el punto de venta.

La base de los envases reutilizables y su beneficio frente a un envase de un solo uso es su utilización en, al menos,  $x$  ciclos. Siendo el número de usos ( $x$ ) variable en cada caso.

El acondicionamiento del envase entre usos debe ser tenido en cuenta a la hora de analizar el impacto ambiental del producto.

Una superficie más lisa y unas formas curvilíneas facilitan procesos de acondicionamiento, como la limpieza.

Beneficios ambientales

Barreras

Oportunidades

Relacionado con la legislación de envases y residuos de envase y el concepto de reutilización.

Reducción del consumo de materiales (teniendo en cuenta el número de usos mínimo).

Reducción de la cantidad de residuos generados.

Si el envase no se reutiliza, el efecto ambiental normalmente será negativo (mayor consumo de materiales y mayor cantidad de residuos generados).

Económicamente suele tener un mayor coste que al envase de un solo uso al que se sustituye, pero se trata de una "inversión inicial" que debe ser compensada por el número de usos.

El cliente puede verlo como algo negativo, menos higiénico que el envase de un solo uso.

Aumenta el tiempo de vida útil del producto.

Conforme pasan los ciclos de reutilización, el envase se vuelve más económico.

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 8: Cambio de geometría

Descripción

Beneficios ambientales

Barreras

Oportunidades

En esta acción, enfocada a la optimización del transporte de los productos, se propone rediseñar la geometría tradicional de base circular, presente en muchos envases, como son los de tipo botella, por un nuevo diseño de geometría basada en líneas rectas, como de base cuadrada, rectangular, triangular...

Los envases de base cuadrada se agrupan mejor que los circulares, ya que se reducen los espacios libre entre ellas y permiten un mejor aprovechamiento de la caja u otros envases que los contienen, optimizando así su transporte.

Reducción del consumo energético y/o combustible en el transporte, como consecuencia de la optimización de la unidad de carga (más unidades transportadas por transporte).

Reducción del material de envase/embalaje.

Existen limitaciones técnicas en envases que van a contener productos con gas, por ejemplo bebidas carbonatadas, puesto que se necesitan diseños con formas muy estudiadas y preferentemente de sección circular.

Puede perder imagen de marca.

Puede resultar poco atractivo para el usuario.

Reducción de costes directos (relacionados con el embalaje) e indirectos (relacionados con el transporte y el Punto Verde).

Más fácilmente apilable en almacén y transporte.

## Acción 9: Utilización de materiales reciclados

### Descripción

Este tipo de material procede del reciclado mecánico de un residuo plástico.

Se pueden distinguir dos tipos de residuos de los que se puede obtener un plástico reciclado:

- Residuo plástico post-consumo: Es el que procede de un producto que ya ha sido usado.
- Residuo plástico pre-consumo o retal limpio. Es el que procede de un resto de producción, un recorte o un producto que no ha alcanzado la calidad deseada, pero que en ningún caso ha sido usado.

El segundo caso es el más fácil de reciclar.

En el desarrollo de un envase plástico con material reciclado se puede optar por incluir un 100% del mismo, o bien distintos porcentajes de material reciclado con material virgen. La decisión sobre el porcentaje final dependerá en gran medida de las especificaciones técnicas que requiera el envase.

Reducción del consumo de materias primas.

### Beneficios ambientales

Minimización de residuos a tratar por otras vías (reducción de depósito en vertedero y de los impactos asociados al mismo).

Ahorro energético relacionado con la no-producción de materiales vírgenes.

No existen mercados consolidados de material reciclado para todos los tipos de materiales plásticos que existen.

### Barreras

Existe legislación que regula su uso, como por ejemplo envases en contacto con alimentos y envases para el transporte de sustancias peligrosas.

Reducción de costes de materia prima, frente al uso de materia virgen.

### Oportunidades

Comunicación del uso de material reciclado (Ecoetiquetado Tipo II como auto declaración y criterio en algunas Ecoetiquetas Tipo I).

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 10: Uso de mono materiales y/o materiales compatibles

Esta acción tiene como finalidad mejorar la reciclabilidad del producto mediante:

- Empleo de un solo material. En el caso concreto del envase es aplicable a la totalidad del mismo (cuerpo del envase, etiqueta, tapón, etc.). Para ello, se debe seleccionar un material que cumpla con todas las características técnicas necesarias para el envase.
- Empleo de materiales compatibles, que se caracterizan porque se

## Descripción

pueden reciclar de forma conjunta, sin tener una pérdida significativa de propiedades.

En la siguiente tabla se muestra la compatibilidad entre distintos tipos de materiales plásticos:

	HDPE	LDPE	PET	PP	PS	PVC
HDPE	5					
LDPE	0	5				
PET	0	0	5			
PP	0	0	0	5		
PS	0	0	1	0	5	
PVC	0	0	0	0	0	5

La compatibilidad entre materiales plásticos es en general pequeña, pero puede aumentarse mediante el uso de agentes compatibilizantes en el proceso de reciclado.

Aumenta la reciclabilidad del producto.

Minimización de residuos a tratar por otras vías (reducción de depósito en vertedero y de los impactos asociados al mismo).

Un solo material puede no cumplir las especificaciones técnicas de la pieza.

En algunos casos, para cumplir especificaciones técnicas, puede ser necesario aumentar el grosor de la pieza; es decir, usar mayor cantidad de materia prima, lo que encarecería el coste de la pieza final.

Existen poco materiales plásticos compatibles entre sí, el uso de agentes compatibilizantes encarece el reciclado de estos materiales.

Comunicación reciclabilidad (Ecoetiquetado Tipo II como auto declaración).

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

## Beneficios ambientales

## Barreras

## Oportunidades

---

## Acción 11: Mercado de los materiales plásticos

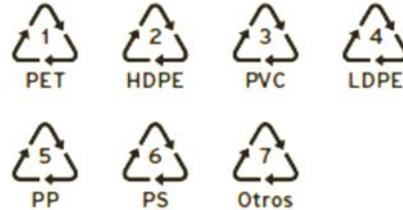
La identificación o marcado de materiales plásticos se realiza con el objetivo de conocer el material con el que está fabricado un envase, y facilitar la clasificación y reciclado posterior.

En general, hay dos sistemas de marcados reconocidos, pero es el sistema de identificación americano SPI (Society of Plastics

## Descripción

Industry), el que se emplea en el sector del Envase y Embalaje.

Según este sistema de identificación, el plástico se identifica según un número, tal como se muestra a continuación, que en la mayoría de los casos va dentro del Bucle de Moebius y acompañado con la abreviatura del nombre del plástico. Sólo se representan los polímeros clásicos de envase (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, y PS), el resto se engloba, junto con las mezclas, en el epígrafe otros.



El marcado del envase normalmente se realiza en el propio proceso de transformación, incluyendo el símbolo en el propio molde de forma fija o móvil, o después por impresión.

Existe otro sistema para la identificación de materiales plásticos, de uso más frecuente en otros sectores, que se indica en la norma UNE EN ISO 11469. "Identificación genérica y marcado de productos plásticos"

## Beneficios ambientales

Posibilita la identificación y posterior separación de residuos por materiales, facilitando el reciclado del producto, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento de los recursos existentes.

Minimización de residuos a tratar por otras vías (reducción de depósito en vertedero y de los impactos asociados al mismo).

## Barreras

El marcado puede suponer un coste (principalmente inicial).

## Oportunidades

Es uno de los requisitos que establecen muchas ecoetiquetas.

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 12: Empleo de materiales compostables

### Descripción

Los materiales compostables son plásticos que se degradan por la acción de los microorganismos, como bacterias u hongos, dando como producto un abono o compost (Norma EN 13432:2000).

Los plásticos compostables más conocidos son el almidón, la celulosa y el PLA o ácido poliláctico

Estos materiales pueden ser de origen natural (fuente renovable) o de origen sintético (no renovable).

La valorización de estos plásticos debe hacerse en una planta de compostaje, donde se darán las condiciones adecuadas de temperatura y humedad.

Es una de las posibilidades que da el PNIR frente a las bolsas de un

## Beneficios ambientales

solo uso no compostables.

Se está utilizando principalmente en envases de alimentos y cosméticos.

En algunos casos, consumo de materias primas renovables.

Aumento de la biodegradabilidad del residuo.

Reducción de la cantidad de residuos depositados en vertedero (reducción del impacto ambiental asociado).

En la actualidad el coste de estos materiales es superior a los materiales tradicionales.

En algunos casos es necesario realizar cambios en los procesos de transformación.

## Barreras

Actualmente hay una baja producción de estos materiales.

Actualmente no existe una logística adecuada de recogida de los residuos de estos productos, lo que provoca que vayan a reciclado (se desconoce la influencia de los mismos en este proceso) o a depósito en vertedero.

Comunicación de productos de material compostable (Ecoetiquetado Tipo II como auto declaración y criterio en algunas Ecoetiquetas Tipo I).

## Oportunidades

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

---

## Acción 13: Uso de materiales de origen renovable

### Descripción

La presente acción está enfocada a la sustitución de materiales plásticos de origen sintético, procedentes de fuentes no renovables, por materiales plásticos de origen natural o renovable.

Dentro de estos materiales se incluyen plásticos biodegradables (por ejemplo, el almidón) y tradicionales (por ejemplo, el polietileno, pero producido a partir de caña de azúcar, en vez de petróleo).

Al igual que los plásticos sintéticos, cada uno de estos materiales cuenta con unas características técnicas intrínsecas, que lo hacen más o menos apto a determinadas aplicaciones.

### Beneficios ambientales

Reducción de la dependencia de materias primas no renovables.

En aquellos que sean biodegradables, se reduce el depósito de residuos a vertedero (reducción de sus impactos relacionados)

### Barreras

Económicamente aún no son competitivos con los plásticos de origen sintético.

Técnicamente, en la actualidad no pueden sustituir a todos los materiales plásticos de origen sintético en todas las aplicaciones.

Comunicación de productos de material de origen renovable (Ecoetiquetado Tipo II como auto declaración).

## Acción 14: Evitar el sobre embalaje

### Descripción

Esta acción, enfocada principalmente al concepto de prevención, pretende evitar productos excesivamente sobre embalados, eliminando partes superfluas del envase.

El principal concepto que es necesario plantearse, tanto en el diseño o rediseño de un envase, es la optimización de la funcionalidad del mismo (de la totalidad y de cada una de las partes), mediante su análisis para identificar qué componentes son necesarios y eliminar o prescindir de aquellos que no aporten valor.

Existen diferentes posibilidades de evitar el sobre embalaje, como:

- Sustituir envases estándar por envases a medida para cada producto concreto.
- Realizar una impresión directa sobre el envase, eliminando así etiquetas.
- Aunar los elementos decorativos con los funcionales.

Se relaciona con la ley de envases y residuos de envase (ver Anexo) y el término prevención y los PEP.

Reducción del consumo de materias primas.

Reducción de la cantidad de residuos generados.

Ahorro de combustible por transporte.

Puede generar desconfianza al cliente/usuario.

### Beneficios ambientales

### Barreras

Si se imprime directamente sobre el envase puede reducirse la visibilidad de los mensajes, composición, marca, etc. que estaban impresos.

El envase puede perder la identidad de marca.

Ahorro económico, tanto por reducción del consumo de materiales destinados al envase, como por las tasas que hay que pagar, en los casos de que el envase se encuentre adherido a un SIG.

### Oportunidades

Incorporación a nuevos mercados/clientes más respetuosos con el medio ambiente (Compra Verde).

Abate de Siqueira, L. E. (2012). El SUP y el mercado de salsas de tomate. *Énfasis Packaging*, 78-82.

AIMPLAST. (15 de Agosto de 2012). *Ecodiseño y comunicación ambiental de los envases*. Recuperado el 16 de Agosto de 2012, de ÉNFASIS PACKAGING.: <http://www.packaging.enfasis.com/notas/64812-ecodiseno-y-comunicacion-ambiental-los-envases>

AIMPLAST. (15 de 08 de 2012). *Énfasis Packagig*. Recuperado el 16 de 08 de 2012, de Ecodiseño y comunicación ambiental de los envases: <http://www.packaging.enfasis.com/notas/64812-ecodiseno-y-comunicacion-ambiental-los-envases>

Alimarket. (30 de Mayo de 2012). *ISO ya tiene una nueva norma sobre packaging*. Recuperado el 1 de Junio de 2012, de Alimarket Envase- Información Ecinómica Sectorial: <http://www.alimarket.es/noticia/96129/ISO-tiene-ya-la-nueva-norma-sobre-Packaging>

AMEE. (2009). México, D.F.: AMEE.

Ariosti, A., & Jiménez, R. (2008). *Materiales tradicionales y materiales plasticos biodegradables- pposición de antiplásticos*.

ASTM. (10 de 2008). *ASTM Standarization News*. Recuperado el 25 de 5 de 2011, de [http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO08/wilhelm\\_sps08.html](http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO08/wilhelm_sps08.html)

ASTM, I. (2011). *Normas Internacionales ASTM*. Recuperado el 5 de 04 de 2011, de <http://www.astm.org/COMMIT/SUBCOMMIT/D2096.htm>

- Barone Lumaga, P. (29 de 05 de 2009). *Faces of design*. Recuperado el Agosto de 2012, de loft the nordic BOOKAZINE: <http://facesofdesign.com/report/cradle-cradle-design-part-1-how-be-good-instead-of-less-bad>
- Bilska, A. (2011). PACKAGING SYSTEMS FOR ANIMAL ORIGIN FOOD. *LogForum*, 35-44.
- Brobow, T., Rabanal, A., & Testa, I. (2009). *Packaging Sustentable*. Buenos Aires, Argentina: FADU-UBA.
- Castaño Meneses, V. M., & Ayala Landeros, G. (2011). La administración del ciclo de vida del producto. *Serendipia*, 13.
- Cervera Fantoni, Á. L. (2003). *Envase y Embalaje (La venta silenciosa)*. Madrid, España: ESIC.
- Científicos, T. (2009 de Noviembre de 29). *Textos Científicos*. Recuperado el 26 de Agosto de 2011, de <http://www.textoscientificos.com/polimeros/biogenerados>
- Domenèch, X., & Peral, J. (2006). *Química ambiental de sistemas terrestres*. España: Reverté.
- Europea, D. O. (29 de Mayo de 2009). Reglamento (CE) No. 450/2009 de la Comisión.
- FSC, M. (2009). *FSC México*. Recuperado el 17 de 11 de 2012, de <http://www.mx.fsc.org/>
- Gil Pilonieta, A., Jaramillo, F., & Cruz Riaño, L. (2007). Poliuretanos degradables a partir de aceite de higuera. *Redalyc*, 1-6.
- Grobe, G. (2011). Diseño de Packaging, un enfoque desde el proceso productivo. *Actas de diseño, Universidad de Palermo*, 218-220.
- Herryman Munilla, M., & Blanco Carracedo, G. (2005). Ácido láctico y poliláctico, situación actual y tendencias. *REDALYC*, 49-59.
- Hispack. (2012). El envase inteligente de nuestros días. *ÉNFASIS PACKAGING*.
- ID, A. (3 de 12 de 2012). *Investigación y Desarrollo*. Recuperado el 6 de 12 de 2012, de <http://www.invdes.com.mx/medio-ambiente/2343-fabrican-bioplasticos-con-semillas-de-aguacate>
- infoagro. (2007). *infoagro.com*. Recuperado el 17 de 2 de 2012, de infoagro systems, S.L.: [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/ensado.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/ensado.htm)
- ITENE. (11 de Octubre de 2012). Recuperado el 12 de 10 de 2012, de <http://www.itene.com/sala-de-prensa/notas-de-prensa/i/1349/60/itene-presenta-en-tokyo-sus-desarrollos-en-envase-activo-e-inteligente>
- Lewis, H. (2007). *Sustainable Packaging Redefined*. Australia: Sustainable Packaging Alliance.

- Moncada, E. (2007). Nanotecnología, aplicaciones en embalaje para alimentos y productos farmacéuticos. *Redalic*, 114-120.
- Packaging, É. (08 de 08 de 2011). *Énfasis Packaging*. Recuperado el 27 de 05 de 2012, de Consideraciones sobre el envase de vidrio.:  
<http://www.packaging.enfasis.com/articulos/20072-consideraciones-el-envase-vidrio>
- Patiño, D. (11 de 03 de 2013). *T21 Mx*. Recuperado el 16 de 03 de 2013, de Sólo 13% del plástico producido en México es reciclado:  
<http://t21.com.mx/logistica/2013/03/11/solo-13-plastico-producido-mexico-reciclado>
- Purac. (26 de 11 de 2012). *Purac*. Recuperado el 17 de 11 de 2012, de  
<http://www.purac.com/EN/Bioplastics/About-bioplastics/PLA-lifecycle.aspx>
- SEMARNAT. (2004). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Última reforma publicada el 4 de junio de 2012* .
- SEMARNAT. (2012). *Compendio de estadísticas ambientales*. México.: SEMARNAT.
- Serrano Riaño, J. (Julio de 2010). Polihidroxialcanoatos (PHAs): Biopolímeros producidos por microorganismos. Una solución frente a la contaminación del medio ambiente. *Teoría y Praxis investigativa*.
- Sosa Pérez, C. E. (2010). *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales*. Recuperado el 24 de Junio de 2012, de  
<http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/carlos/archivos/actual.htm>
- Sostenible, F. V. (Julio de 2012). *Vida Sostenible*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2012, de [http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2\\_final.asp?idinforme=57](http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2_final.asp?idinforme=57)
- SPC. (2011). *Definición de Packaging Sustentable*. Charlottesville, VA: Green Blue.
- Stevens, G. (7 de Octubre de 2010). *Green Plastics*. Recuperado el 9 de Julio de 2012, de Bioplastics Standards 101: <http://green-plastics.net/news/45-science/107-bioplastic-standards-101>
- Tukker, A., Eder, P., Charter, M., Haag, H., Vercalsteren, A., & Wiedmann, T. (2001). Eco design: The state of implementation in Europe. Conclusions of a State of the Art Study for IPTS. *The Journal of Sustainable Product Design*, 147-161.
- Twenergy. (27 de 03 de 2013). *Huella Ambiental de Organizaciones de la Comisión Europea*. Recuperado el 29 de 03 de 2013, de <http://twenergy.com/huella-ecologica/huella-ambiental-de-organizaciones-de-la-comision-europea-799>

- UNEP. (2003). *United Nations Environment Programme*. Recuperado el 26 de 08 de 2012, de <http://www.unep.fr/scp/lifecycle/assessment.htm>
- Verdejo Andrés, E., & Sibila Lores, M. Á. (2012). Sostenibilidad de envases plásticos para uso alimentario. *Énfasis packaging*, 42-48.
- Verdejo, E., & Botica, G. (2010). *Guía de ecodiseño para el sector plástico: envase y embalaje*. Valencia, España: AIMPLAST.
- Villaverde Medina. (2010). *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales*. Recuperado el 23 de Enero de 2011, de <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/alberto/pla.htm>
- W. Billmeyer, F. (2004). *Ciencia de los polímeros*. España: Reverté.
- WOOEB. (5 de 12 de 2012). *WooEB news*. Recuperado el 6 de 12 de 2012, de <http://news.woeob.com/1219136/c53/global-polylactic-acid-market-to-hit-value-of-2-point-6-billion-by-2016>
- Zaguayo-Lau, E., & Foladori, G. (2010). La nanotecnología en México: Un desarrollo incierto. *Redalyc*, 143-178.