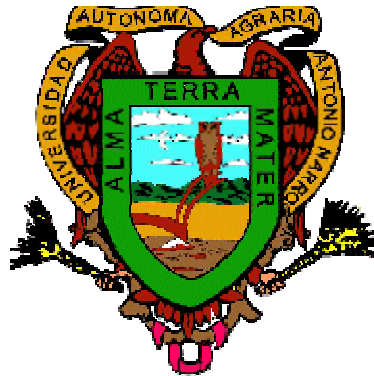


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**LA BIOTECNOLOGÍA COMO MEDIO PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL CON EL USO DE PLÁSTICOS BIODEGRADABLES**

**MONOGRAFÍA**

**QUE PRESENTA**

**MARVEL AVISAÍ GONZÁLEZ CIFUENTES**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

**TORREÓN, COAHUILA**

**ABRIL 2010**

MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO



DR. JOSÉ LUÍS REYES CARRILLO

VOCAL



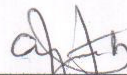
ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL



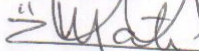
I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO

VOCAL SUPLENTE

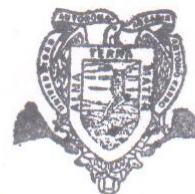


M.C. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAUILA

ABRIL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

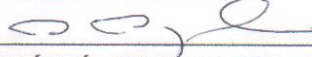
LA BIOTECNOLOGÍA COMO MEDIO PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL CON EL USO DE PLÁSTICOS BIODEGRADABLES

POR

MARVEL AVISAÍ GONZÁLEZ CIFUENTES

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL



DR. JOSÉ LUÍS REYES CARRILLO

ASESOR



ING. JOEL LIMONES AVITIA

ASESOR



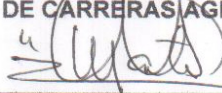
I.B.Q. RUBÍ MUÑOZ SOTO

COASESOR



M.C. HUGO AGUILAR MÁRQUEZ

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M. C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

Por haberme dado esta vida tan maravillosa, de existir con un propósito en este mundo, permitiéndome seguir vivo y cumplir con cada uno de mis objetivos planteados en el andar de mi carrera, concluir uno de mis mayores deseos que fue haber terminado satisfactoriamente mi Licenciatura, por haberme guiado en cada paso de mi andar y darme la satisfacción de concluir con mucha satisfacción y hacerme un hombre de bien.

### **A MI ALMA TERRA MATER:**

Por abrirme sus puertas y creer en mí como uno más de sus alumnos brindándome todo sus conocimientos y desarrollarme como profesionalista, por ser mi segundo hogar donde aprendí cosas tan maravillosas y obtuve tantos conocimientos y por permitirme obtener todo lo que me brindaste, transformándome en una persona de bien más que nada y por su puesto como profesionalista, por esto y más te doy las gracias siendo orgullosamente **UN BUITRE UL.**

### **A MIS MAESTROS TITULARES:**

**ING. JOEL LIMONES AVITIA, DR. JOSE LUIS CARRILLO** por tener esa paciencia que siempre manifestaron y que me enseñaron muchas cosas de las cuales les estoy muy agradecido y por ser maestros de mucha confianza para mí en toda la carrera y por haber colaborado mucho en este trabajo, siendo ejemplos a seguir profesionalmente, logrando mi superación, que las cosas se logran con empeño y paciencia por esto y mucho mas, les doy mil gracias.

**A MI FAMILIA:**

**MI PADRE, RAUL GONZALEZ VELAZQUEZ**, por creer en mí y sobretodo darme esa vida tan maravillosa, dejando que yo eligiera lo que me gustara, gracias papá por darme tus consejos tan sabios que siempre los tomé en cuenta ayudándome a crecer mucho como persona y ser humano pero sobretodo por tu apoyo moral y económico te estaré infinitamente agradecido.

**MI MADRE, MARIA CONCEPCION CIFUENTES HERNANDEZ**, que con gran amor me tubo en su vientre nueve meses y me ayudo a crecer y a elegir el mejor camino, por tenerme esa confianza de madre, gracias mamita por ser como eres te amo madre y siempre te llevare en mi corazón, te estaré infinitamente agradecido por tu apoyo moral que fue lo más importante para mí, mil gracias.

**A MIS HERMANOS, ANA ISABEL, JOSE HELDER, ABEL EVER, JESUS NORBERTO, JOSE FLAVIANO, DANIELITO, SIMON PEDRO, MIRIAM MAGALI, JUANITO Y MARTIN**, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas, gracias hermanos del alma por apoyarme tanto moral y económicamente les estaré infinitamente agradecido.

**A MIS AMIGOS, LUCIA, MISAEL, CRISTIAN, RENE LUIS**, por darme consejos de los cuales les estaré muy agradecido y que fueron fundamentales en mi formación profesional y personalmente, gracias amigos.

**A MI NOVIA, MERARI E. PEREZ BARTOLON**, por ser la mujer que estuvo a mi lado en todos los momentos de mi carrera apoyándome con sus consejos en los momentos de alegría y tristeza, gracias hermosa por ser como eres y te estaré agradecido toda la vida.

**Y A TODA MI FAMILIA QUE COLABORO CON LA FORMACION DE MI CARRERA Y SUS CONSEJOS QUE NUNCA LOS OLVIDARÉ, GRACIAS A TODOS.**

## DEDICATORIAS

**A MIS PADRES:** Por traerme a este mundo y cumplir mi propósito, por inducirme siempre en el camino de la educación y por brindarme su apoyo, cariño y protección cuando aun dependía del lecho familiar.

**JOSÉ RAÚL GONZÁLEZ VELÁZQUEZ:** Te dedico mi carrera, mis logros, mi alegría, mi futuro puesto que sin ti no sería lo que hoy soy, gracias por tus consejos, tus platicas y anécdotas familiares, por ser mi padre y amigo: **GRACIAS PAPA POR SER UN HOMBRE HONORABLE PARA MÍ.**

**MARÍA CONCEPCIÓN CIFUENTES HERNÁNDEZ:** Por darme la vida como una de las mejores madres del mundo, te dedico no solamente mi carrera sino lo que he obtenido y lo que obtendré, por todos y cada uno de los momentos maravillosos y la gran confianza que pusiste en mí durante toda mi vida. Por todo eso y más mil gracias **MAMITA.**

**A MIS HERMANOS:** Por ser ejemplo para mi aunque sean pequeños pero me han demostrado que todo se puede alcanzar si tú te lo propones, gracias por darme su cariño y confianza lo quiero mucho y les dedico todos mis logros en la vida, **GRACIAS POR SER LOS MEJORES HERMANOS.**

**A MIS TÍOS:** Por darme sus consejos positivos y que siempre los llevaré en mi corazón, les dedico este logro y todos los que están porvenir y a todos aquellos que siempre estuvieron conmigo, gracias.

## RESUMEN

Esta monografía recoge brevemente los principales desarrollos que se han realizado sobre biopolímeros aplicados a distintos sectores de los plásticos convencionales, los cuales se clasifican en función de su origen y sistema de producción. Además, se realiza un análisis comparativo de las principales propiedades de los plásticos de origen petrolífero y su clasificación según sus propiedades, tales como, (propiedades mecánicas, térmicas, barrera a gases y vapor de agua). Los plásticos son materiales de gran importancia para distintas corporaciones e industrias por su versatilidad y bajo costo, puesto que se utiliza en distintos sectores industriales y en la mayoría de los artículos de uso común, sin embargo en los últimos años se han generado una cantidad considerable de residuos sólidos plásticos que hasta nuestros días se desechan a los rellenos sanitarios provocando una contaminación severa a los suelos y el agua, por su baja degradabilidad, dando como resultado una mala presentación de los ecosistemas terrestres y provocando la intoxicación de la fauna en algunos nichos, además constituye un serio problema de salud pública en algunos lugares. No obstante existen en la actualidad países que han apostado a investigaciones por medio de la biotecnología para la generación de plásticos que provengan de materiales de origen vegetal, por mencionar algunos como la yuca, el almidón de ciertos vegetales, el bagazo de caña, entre otros. El trayecto es largo y se necesita compromiso, información y aplicación de nuevos proyectos de investigación en el campo de los polímeros para así obtener plásticos que sean menos agresivos con nuestro entorno y buscar su biodegradabilidad en poco tiempo de estos materiales.

**Palabras Clave:** reciclaje, degradación, bacterias, tecnología limpia, tecnología verde.

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>VII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
2.1 Objetivos.....	4
<b>III. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
3.1 ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS. ....	5
3.2 IMPORTANCIA DE LOS PLÁSTICOS .....	6
3.2.1 IMPORTANCIA AMBIENTAL Y ECONÓMICA .....	7
3.2.2 IMPORTANCIA A LA SALUD .....	8
3.3 TIPOS DE PLÁSTICOS.....	10
3.3.1 TERMOESTABLES .....	10
3.3.2 TERMOPLASTICOS.....	12
3.4 PROCESO DE FABRICACIÓN D E LOS PLÁSTICOS.....	14
3.5 APLICACIONES.....	18
3.6 INCIDENCIA DE LOS PLÁSTICOS EN DIFERENTES SECTORES.....	19
3.6.1 ENVASE Y EMBALAJE.....	20
3.6.2 CONSTRUCCIÓN .....	20
3.6.3 MEDICINA .....	21
3.6.4 AUTOMOCIÓN .....	21
3.6.5 AGRICULTURA.....	22
3.7 TRATAMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS .....	22
3.7.1 REDUCCIÓN DE PLÁSTICOS .....	23
3.7.2 REUTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS.....	23



3.7.3 RECICLAJE DE PLÁSTICOS .....	24
<b>3.8 BIOTECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>33</b>
3.8.1 BAGAZO CUBANO .....	33
3.8.2 LOS BIOPLASTICOS DE YUCA.....	34
<b>3.9 LOS POLIHIDROXIALCANOATOS (PHA) .....</b>	<b>38</b>
<b>IV. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>39</b>
<b>V. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>

## INDICE DE FIGURAS

MOLDEO POR INYECCION (Figura1).....	Pág. 15
MOLDEO PO EXTRUSION (Figura 2) .....	Pág. 15
SOPLADO (Figura 3) .....	Pág. 16
MOLDEO AL VACIO (Figura 4).....	Pág. 16
MOLDEO POR PRENSADO (Figura 5) .....	Pág. 17
CICLO INDUSTRIAL DEL PLASTICO (Figura 6).....	Pág. 18
APLICACIONES EN EL SECTOR ENVASE (Figura 7).....	Pág. 20
IDENTIFICACION DE PLASTICOS Y USOS COMUNES (Figura 8) .....	Pág. 27
CLASIFICACION DEL PEAD (Figura 9).....	Pág. 28
ESQUEMA DEL RECICLADO QUIMICO (Figura 10) .....	Pág. 31
ESQUEMA DE UNA PLANTA RECUPERADORA DE ENERGIA (Fig.11) ..	Pág. 32

## INDICE DE CUADROS

VISCOSIDAD DE ALGUNOS ALMIDONES (CUADRO 1).....	35
DEMANDA DE FUNDAS PLASTICAS (CUADRO 2) .....	37

## I. INTRODUCCIÓN.

El invento del primer plástico se debe a Leo Hendrik Baekeland que descubrió un material plástico al que llamó baquelita, la primera de una serie de resinas sintéticas que revolucionaron la tecnología moderna iniciando la era del plástico. A lo largo del siglo XX el uso del plástico se hizo extremadamente popular y llegó a sustituir a otros materiales tanto en el ámbito doméstico, como industrial y comercial (Wales, 1990).

El primer plástico se originó en 1860 en estados unidos como resultado de un concurso que organizo el fabricante de bolas de billar Phelander y Collander. Uno de los competidores fue Wesley Hyatt quien desarrollo un método a presión de la piroxilina un nitrato de celulosa de baja nitración tratado con alcanfor y etanol. Este producto fue patentado con el nombre de celuloide el cual sirvió para fabricar, mangos de cuchillos, armazones de lentes y películas cinematográficas. Este material puede ser moldeado de nuevo mediante calor por lo que recibe el calificativo de termoplástico (Peláez, 1998).

La contaminación ambiental es un problema de gran repercusión mundial. Entre los más fuertes contaminantes se encuentran los polímeros sintéticos, que poseen una larga vida al ser no biodegradables, por lo cual provocan un alarmante daño ecológico (Huisman *et al.* ,1992; Asenjo *et al.*, 1995).

Los plásticos, al igual que el vidrio, son materiales no biodegradables, lo cual les confiere una cualidad que los hace muy populares: poder preservar alimentos y sustancias medicinales y orgánicas en general, con una versatilidad y facilidad de manejo únicas, manteniéndose completamente inertes frente a las sustancias que contienen, y frente al medio ambiente (Catino, 2008).

En la Naturaleza existen compuestos de naturaleza “polimérica” usados desde hace siglos por el hombre. Estos provienen tanto del reino animal como vegetal: madera, caucho, algodón, lana, cuero y seda son buenos ejemplos de ello. Otros

polímeros naturales como las proteínas, enzimas, almidón y celulosa, desempeñan procesos biológicos importantes en los procesos vitales. Los polímeros presentes en la naturaleza se denominan polímeros naturales o biopolímeros, mientras que los desarrollados por el hombre son los polímeros sintéticos. Los materiales plásticos actualmente en nuestra sociedad son, sin lugar a dudas, los más utilizados en casi todos los sectores como consecuencia de las buenas propiedades que poseen. Destacan entre ellas su versatilidad, facilidad de fabricación, bajo coste, gran resistencia a los factores ambientales, gran ligereza y bajo precio. Sin embargo todas las ventajas descritas anteriormente no son tales cuando se habla de su impacto medioambiental, puesto que es enorme “la gran cantidad de plásticos que hay como residuos” y actualmente se presenta la problemática de qué hacer con ellos. Al ser los plásticos productos de síntesis de laboratorio, la naturaleza, en la mayoría de los casos, es incapaz de hacerlos desaparecer, por lo que comparativamente con otros materiales su presencia en los vertederos es mayor, es decir, permanente durante más tiempo (Artigas, 2004).

Los poli-hidroxi-alcanoatos (PHAs), son polímeros acumulados fundamentalmente por bacterias y con propiedades similares a las del polietileno, lo cual los pronostica como buenos candidatos para sustituir a los plásticos químicos (Page, 1992).

De entre las bacterias capaces de producir poli-hidroxi-alcanoatos (PHA), se encuentran las diazótrofas presentan un alto grado de acumulación (Nar, 1993).

El TPS es compatible con el medio ambiente, es un material renovable y puede incorporarse al suelo como abono orgánico. La acumulación de materiales plásticos puede contribuir en cierta medida a la contaminación ambiental, aunque la mayoría de los materiales plásticos tradicionales son recalcitrantes (inertes al ataque microbiano), la contaminación que producen es fundamentalmente visual, es por ello que el interés hoy en día se ha dirigido al desarrollo de polímeros

biodegradables obtenidos de recursos naturales renovables. En la actualidad hay mucha investigación básica y aplicada sobre el almidón, por ser un polímero natural barato y abundante. El desarrollo y producción de almidón termoplástico biodegradable (Thermoplastic starch, TPS) se considera importante para reducir la cantidad total de desechos plásticos sintéticos en el mundo (Hickner *et al*, 2004).

Durante los últimos veinte años, varios trabajos de investigación se orientaron hacia la modificación del almidón en la producción de un buen material termoplástico (Avérous y Boquillon, 2004; Bangyekan *et al.*, 2006; Demiate *et al.*, 2002). Algunas mezclas de TPS+Biopolímeros, más o menos exitosas, basadas en almidón termoplástico están siendo comercializadas e impresas por compañías como Mater Bi® (Novamont S.P.A., Italia) en Italia [[www.mater-bi.com](http://www.mater-bi.com)], Cargill-Down® en Estados Unidos y por otras de España, Alemania, Francia, Japón, Dinamarca y Canadá (Ferruzzi, 2007).

Sin embargo, el TPS es un material que generalmente presenta poca estabilidad cuando las condiciones de humedad son muy altas (Avérous y Frigant, 2001; Avérous y Boquillon, 2004; Avérous *et al.*, 2003).

Otra manera de hacer polímeros biodegradables es empleando bacterias que fabrican gránulos de los plásticos llamados polihidroxialcanoato (PHA) y polihidroxibutiratos (PHB). Las bacterias pueden crecer en cultivo y el plástico ser extraído fácilmente. El PHA y el PHB pueden ser moldeados, fundidos y conformados como los plásticos derivados del petróleo, y tienen la misma flexibilidad. Desafortunadamente, tanto el PLA como los PHA y PHB son bastante más caros que los plásticos convencionales y por eso no se ha generalizado su uso. Pero los bajos precios de los plásticos tradicionales no reflejan su verdadero costo si se considera el impacto que tienen sobre el medio ambiente (Martínez *et al*, 2004).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos**

Determinar la problemática ambiental de los plásticos de origen sintético y orgánico tanto en la industria como en los distintos rubros que utilizan estos materiales en sus procesos de producción.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS PLÁSTICOS.

El término Plástico, en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales (Villada *et al*; 2008)

El vocablo plástico deriva del griego *plastikos*, que se traduce como moldeable. Los polímeros, las moléculas básicas de los plásticos, se hallan presentes en estado natural en algunas sustancias vegetales y animales como el caucho, la madera y el cuero, si bien en el ámbito de la moderna tecnología de los materiales tales compuestos no suelen encuadrarse en el grupo de los plásticos, que se reduce preferentemente a preparados sintéticos. Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP) (Briones, 2009)

Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para cañerías de todo tipo. Al agregarles diversos aditivos se logra un material más blando, sustitutivo del caucho, comúnmente usado para ropa impermeable, manteles, cortinas y juguetes. Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes (Carrillo, 2006)

Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, potes y hueveras. El poliestireno expandido (EPS), es una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico (León, 2007)

También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Dupont. Descubrió que dos sustancias químicas como el hexametildiamina y ácido adípico, formaban polímeros que bombeados a través de agujeros y estirados formaban hilos que podían tejerse. Su primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana. Al nylon le siguieron otras fibras sintéticas como por ejemplo el orlón y el acrilán (Briones, 2005)

En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases (Armegol *et al*, 1997)

### **3.2 IMPORTANCIA DE LOS PLÁSTICOS**

Actualmente los plásticos juegan un papel trascendental en cada aspecto de nuestra vida cotidiana. Su presencia nos pasa prácticamente desapercibida al ser materiales de uso diario y de los que apenas recapacitamos. Basta hacer una revisión de todos los artículos que utilizamos en nuestra vida cotidiana para darnos cuenta de las múltiples aplicaciones que tienen estos materiales. La implantación creciente de los plásticos en diferentes sectores industriales, llegando incluso a sustituir a otros materiales tradicionales, se debe a los avances científicos en el campo de los plásticos, que han hecho que estos sean uno de los materiales: más versátiles, ligeros, resistentes a la corrosión, aislantes, baratos,



eco eficientes en el aprovechamiento de los recursos y sobre todo la capacidad que presentan de ser fabricados tanto con propiedades determinadas como en formas geométricas definidas.(DMAA, 2004).

Los plásticos son usados en forma masiva en la manufactura de: embalajes para productos alimenticios, fármacos y químicos, electrodomésticos, juguetes, componentes automotrices; lo forman parte una lista muy larga de aplicaciones. También los plásticos tienen aplicación en diversas aéreas de la ciencia y la tecnología (Ozols, 2006)

Durante los últimos décadas se han producido grandes descubrimientos tecnológicos y entre ellos destacan las innovaciones en el campo de las aplicaciones del plástico en la agricultura ilustrando la colaboración entre una industria de vanguardia como la del petróleo, con la modernización de las estructuras de la producción hortícola (Armegol *et al*, 1997)

Sin embargo uno de los muchos problemas medioambientales de la sociedad de consumo es el empleo masivo y abusivo de plástico que tardan años en degradarse. Además son cada vez con más frecuencia, causa de muerte de tortugas, cetáceos y todo tipo de especies que las ingieren y luego mueren (Rodríguez, 2007)

### **3.2.1 IMPORTANCIA AMBIENTAL Y ECONÓMICA**

Actualmente se desarrollan un gran número de trabajos de investigación encaminados a reducir las cantidades de residuos plásticos y fabricar productos menos agresivos con el medio ambiente. En Europa aproximadamente el 10% en peso y más del 25% en volumen de los residuos sólidos están constituidos por plásticos, los cuales representan una amenaza potencial para muchos ecosistemas (Rodríguez, 1999)

Basta con asomarse cualquier fin de semana a un centro comercial para observar que, cada día se entregan miles de bolsas que, en el mejor de los casos, acaban en el cubo amarillo destinado a reciclado de envases. Pero otras veces acaban tiradas en el campo o el mar y tardan incluso décadas en degradarse de forma natural. Por eso, cada vez son más las ciudades o países que prohíben la entrega de bolsas de plástico y utilizan en su lugar bolsas de papel. El impacto ambiental se ha convertido en un aspecto condicionante del desarrollo de nuevos productos industriales, así como también de su uso y del tratamiento final de sus residuos. Desde este punto de vista los plásticos representan sin duda alguna un material ideal que conjuga una gran versatilidad productiva, adaptable a las exigencias del diseño, con soluciones tecnológicamente innovadoras, todo ello minimizando el impacto ambiental (Brandup *et al*, 1996)

El plástico es el principal producto industrial causante de grandes volúmenes de residuos no biodegradables, esto debido a los fuertes enlaces químicos que se generan durante su elaboración y a que las materias primas para su obtención son derivadas del petróleo (Duran, 2005)

### **3.2.2 IMPORTANCIA A LA SALUD**

La contaminación ambiental es un problema de gran repercusión mundial. Entre los más fuertes contaminantes se encuentran los polímeros sintéticos, que poseen una larga vida al ser no biodegradables, por lo cual provocan un alarmante daño ecológico (Huisman *et al.* ,1992; Asenjo *et al.*, 1995).

El incremento de desechos plásticos pos-consumo se ha convertido hoy en día, en una seria preocupación para la conservación medioambiental, debido fundamentalmente al largo periodo de vida de estos materiales y a lo complejo de su reciclabilidad teniendo en cuenta que en muchas ocasiones traen consigo impurezas y un grado de deterioro avanzado. mayoría de ellos surgieron con el

despertar de la industria petroquímica, cuyas existencias se van reduciendo con el agotamiento de las reservas petroleras a nivel mundial, generando su escasez, precios más altos a plazos más cortos en el mercado internacional.(Torre *et al*, 1993)

En los últimos años viene denotándose una creciente preocupación por el medio ambiente. El continuo crecimiento de la población ha incrementado de forma alarmante el nivel de contaminación y de residuos. Uno de los mayores problemas relacionados con la gestión de residuos se encuentra en los plásticos. Actualmente existen más de 100 millones de plásticos que forman parte de nuestra vida cotidiana y cuyo uso resulta imprescindible. Su difícil proceso de reciclado ha llevado en los últimos tiempos a estudiar formas alternativas para su eliminación. (Aradilla *et al*, 2007)

Cerca de 60000 productos químicos diferentes son usados diariamente y entre 100 y 1500 nuevos productos químicos son sintetizados cada año (Jurák, 2000)

La mayoría de estos compuestos han sido determinados tanto en aguas superficiales como en subterráneas. Lo que ha incrementado la preocupación existente sobre el posible impacto de estos compuestos en el medio ambiente así como en la salud de las personas y animales (Alpendurada, 2000)

Se deduce que el abandono del plástico que ha sido renovado, lo convierte en un residuo que ocasiona un fuerte impacto ambiental por lo que se hace necesaria una gestión medio ambiental adecuada, que en su óptimo nos permitiría dejar de llamar residuo al plástico desechado para pasarle a darle el nombre de subproducto. (Cervantes *et al*, 2000)

El depósito de los plásticos en los vertederos está siendo eliminado pues en lugar de ser una solución es un grave problema por su reducida degradabilidad, tanto desde el punto de vista de deterioro del paisaje (téngase en cuenta su reducida

densidad, vivos colores, etc.), como porque su descomposición en vertederos origina una fuerte producción de metano, más nocivo que el dióxido de carbono (Arandes *et al*, 2004)

A nivel mundial, se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un período de tiempo entre 100 y 500 años. Esto se debe a que su degradación es muy lenta y consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, mismas que se distribuyen en los mares (se han encontrado entre 3 a 30 kg/km<sup>2</sup>), ríos, sedimentos y suelos, entre otros. Es común observar paisajes en caminos, áreas naturales protegidas, carreteras, lagos, entre otros, con plásticos tirados como parte del mismo. Debido a que se tiene la necesidad de seguir utilizando plásticos, pero por otro lado se producen impactos al ambiente (Ortiz, 2003)

### **3.3 TIPOS DE PLÁSTICOS.**

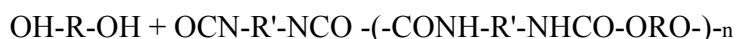
Los plásticos se clasifican según sea su comportamiento con la variación de la temperatura y los disolventes.

#### **3.3.1 TERMOESTABLES**

Son los plásticos que no reblandecen ni fluyen por mucho que se aumente la temperatura, por tanto sufren modificaciones irreversibles por el calor y no pueden fundirse de nuevo. Son duros y frágiles (Alonso, 2002)

##### **3.3.1.1 POLIURETANO (PU)**

En términos generales, los poliuretanos son el producto de la condensación de un poliisocianato con un polioliol, en presencia de otros reactivos. Durante el proceso de policondesación, se producen reacciones químicas que producen diversos enlaces, entre ellos el grupo uretano según la siguiente ecuación:



Los poliuretanos son polímeros de importancia económica por la gran variedad de usos en la industria (Vega *et al*, 2008)

Los polímeros uretánicos o polímeros de isocianato son quizás los más novedosos de los polímeros modernos. La notable reducción de los precios de estos compuestos, al no tener que emplearse altas presiones en su síntesis, ha potenciado de forma inmediata el campo de sus aplicaciones. Las principales aplicaciones de estos polímeros son la fabricación de espumas (Gregori *et al*, 2008)

### **3.3.1.2 RESINAS DE FENOL-FORMALDEHIDO (PF)**

Las resinas fenol-formaldehído constituyen un tipo de polímero sintético termoestable con una amplia variedad de aplicaciones. Su mercado más importante se centra en polvos de moldeo, materiales de aislamiento térmico y adhesivos en la fabricación de tableros aglomerados y contrachapados. Esto supone un consumo de un 75 % del total de las resinas fenólicas producidas. El 32 % de las mismas se destina exclusivamente a la fabricación de adhesivos para la industria de tableros (Gardziella y col., 2000). El consumo mundial de estos polímeros en el año 2001 alcanzó los 2,9 millones de toneladas métricas, lo que da idea de la importancia de este sector productivo (Greiner, 2002)

### **3.3.1.3 CAUCHO NITRILO-BUTADIENO (NBR).**

Los primeros intentos científicos se tradujeron en productos poco elásticos y muy difíciles de procesar pero más tarde se llegó a la obtención de polímeros de butadieno con estructura regular, con un alto contenido de isómeros. Dada la particular combinación de propiedades de estos cauchos concitaron rápido interés entre los fabricantes de neumáticos ya que podían reemplazar en caucho natural

en cubiertas grandes, donde el copolímero de estireno butadieno (SBR) no es satisfactorio por su alta generación de calor (Guarin, 2009)

#### **3.3.1.4 CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO (SBR)**

El caucho natural se explota desde hace varios siglos; mientras que con el sintético se empezó a experimentar en 1906 y no fue hasta la Segunda Guerra Mundial cuando se consiguió mejorar sus cualidades para que fuera realmente competitivo con el natural. La materia prima básica para obtener el caucho sintético es el estireno, también llamado vinilbenceno o feniletileno, que fue aislado por primera vez en el siglo XIX de la destilación de *storax*, un bálsamo natural (Strasburger, 1994).

#### **3.3.2 TERMOPLASTICOS**

Son plásticos que cuando son sometidos a calor se reblandecen y fluyen por tanto son moldeables por el calor cuantas veces se quiera sin que sufran alteración química irreversible. Al enfriarse vuelve a ser sólido. Tienen estructuras lineales o poco ramificadas. Son flexibles y resistentes. Son más fáciles de reciclar (Rivero, 2002)

##### **3.3.2.1 POLIETILENO TEREFALATO (PET)**

El Poli (Etilen Tereftalato) (PET) es un polímero termoplástico perteneciente a la familia de los poliésteres ampliamente usados en la producción de fibras, películas, empaques, envases, botellas y otras aplicaciones de carácter técnico. Hace 20 años era considerado el polímero ingenieril, pero en la última década se ha extendido notablemente en aplicaciones de uso general, siendo el integrante más reciente de los termoplásticos que forma el grupo de polímeros de uso general de mayor consumo (*commodities*). El PET se ha posicionado en el mercado de las botellas y envases de cuerpos huecos, absorbiendo una gran parte del mercado del Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC), lo que ha marcado la

tendencia mundial de su consumo, registrándose en los últimos años un incremento de aproximadamente el 47.5 %.(Sánchez, 2003)

### **3.3.2.2 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD).**

Es un polímero ramificado, es decir: a la cadena principal se le “pegan” lateralmente trozos de polietileno, lo que lo hace menos compacto. La polimerización se hace en masa y vía radicales libres a alta presión. El material resultante es un sólido ligeramente flexible, dependiendo de su grosor, ligero de peso y buen aislante eléctrico. Presenta, además, una gran resistencia mecánica y química. Dado su bajo coste se utiliza mucho como papel de envolver, bolsas plásticas, envasado, revestimiento de cables eléctricos, fabricación de tuberías y en la producción de materiales inyección por moldeo. A partir del polietileno de baja densidad se prepara el polietileno reticulado\_(resultante de la formación de enlaces entre cadenas de polímero), rígido y resistente a la tracción y al cambio de temperaturas, su mayor uso es en la protección y aislamiento de líneas eléctricas de baja y media tensión (Perdomo, 2003)

### **3.3.2.3 POLICLORURO DE VINILO (PVC).**

El policloruro de vinilo es uno de los termoplásticos de mayor uso en el mundo por su bajo coste, buena resistencia química y gran versatilidad. Pero lógicamente presenta algunos inconvenientes, como son su bajo punto de reblandecimiento y una pobre estabilidad dimensional a altas temperaturas, es decir, el PVC tiene una temperatura límite superior de servicio relativamente baja (Hidalgo, 1997).

### **3.3.2.4 POLIPROPILENO (PP).**

La estructura molecular del polipropileno se puede definir a través de la composición química de la macromolécula (homopolímero/copolímero), de la estereoregularidad y del peso molecular. Los copolímeros de polipropileno son generalmente copolímeros de propileno está presente en gran mayoría. El

copolímero mas utilizado son los copolímeros en bloque, que presentan una mayor resistencia a la fractura que el PP homopolímero, acompañado, sin embargo, de una menor rigidez y resistencia mecánica. La molécula del polipropileno puede ser isotáctica, sindiotáctica, o atáctica. Sin embargo el polipropileno isotáctico (i-PP) es el grado de importancia de un punto de vista técnico y representa la casi totalidad del mercado del polipropileno. Para un tipo de polipropileno dado, el peso molecular es el que determina las propiedades del material, aunque estas propiedades se pueden ver también considerablemente afectadas por las condiciones de transformación (Morhain, 2004).

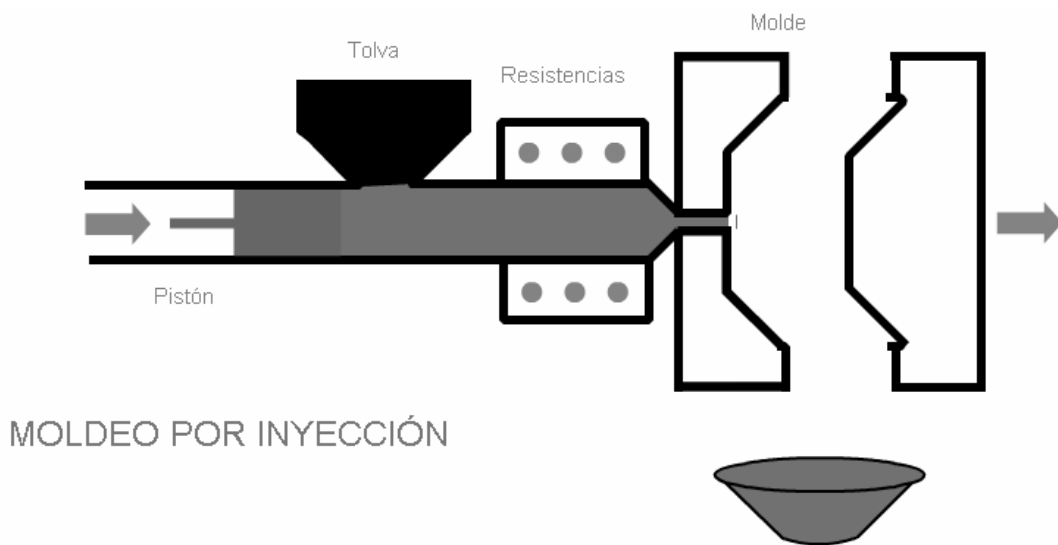
### **3.3.2.5 POLIESTIRENO (PS).**

El poliestireno es un termoplástico con muchas propiedades deseables. Es transparente, fácilmente coloreable y fácil de producir. Posee propiedades mecánicas y térmicas razonablemente buenas, pero es ligeramente frágil y se reblandece a menos de 100°C. El PS es un polímero amorfo por lo general, soluble en muchos disolventes orgánicos y relativamente estable al ataque químico. La cadena principal es la del polietileno, en la que de cada dos unidades  $-CH_2-$  una lleva un anillo aromático sustituyente, lo que le confiere carácter amorfo y su peculiar reactividad (León, 2007)

## **3.4 PROCESO DE FABRICACIÓN D E LOS PLÁSTICOS FABRICACIÓN CON TERMOPLASTICOS.**

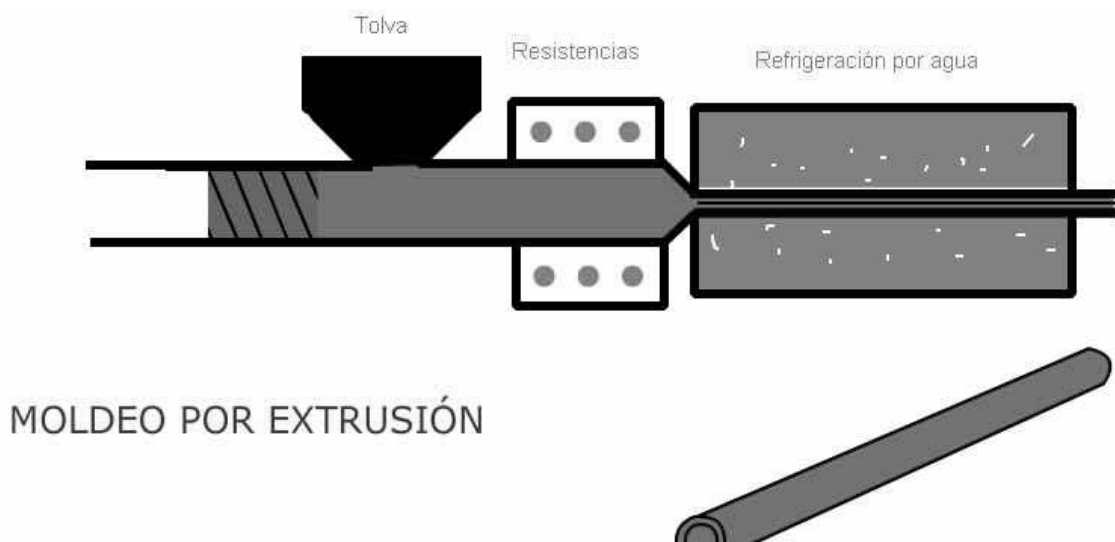
Las lentejas de polímero o polímeros, se introducen a través de un embudo en una máquina de fundición cilíndrica de inyección recíproca. Los gránulos se funden gradualmente mediante la energía generada por un torno giratorio y los calentadores dispuestos a lo largo del cilindro. El cilindro se desplaza hacia delante inyectando el plástico fundido en un molde. Una vez que el plástico se ha solidificado, se abre el molde y la pieza moldeada es expulsada (Artigas, 2004),  
Como se muestra en la figura 1.





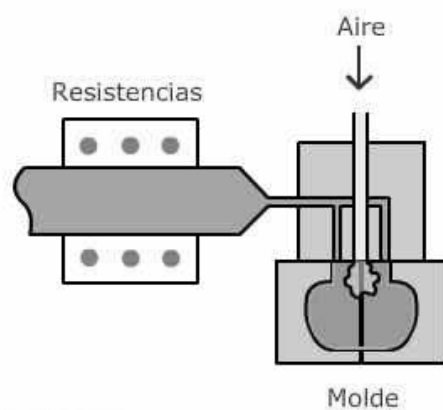
**Fig.1 MOLDEO POR INYECCIÓN.**

Las lentejas de polímero o polímeros, se introducen a través de un embudo en el cilindro del extrusor. Los gránulos se funden gradualmente mediante la energía generada por un torno giratorio y los calentadores dispuestos a lo largo del cilindro. El polímero fundido se fuerza a través de una boquilla que configura el material en más o menos complicados: tubos, barras, varillas, canalones, entre otros (Bangyekan *et al*, 2006)



**Fig.2 MOLDEO POR EXTRUSIÓN.**

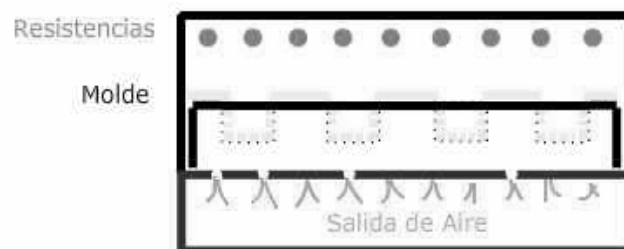
Las lentejas de polímero o polímeros, se introducen a través de un embudo en el extrusor. La granza se funde gradualmente mediante la energía generada por un torno giratorio y los calentadores dispuestos a lo largo del cilindro. El polímero fundido se estira. Un molde partido envuelve el parison que se extiende por los lados del mismo mediante un chorro de aire, terminando por adoptar la forma del molde. Una vez que el plástico se ha solidificado, el molde se abre y se obtiene el plástico con forma de botella u otro cuerpo hueco (Briones, 2005)



## SOPLADO

**Fig.3 SOPLADO.**

Mediante este proceso se comprime una chapa de resina termoplástica ablandada por el calor contra un molde frío. La chapa toma y conserva la forma del molde. Este método se emplea para revestimientos interiores (puertas de heladeras, gabinetes, entre otros (Briones, 2005)



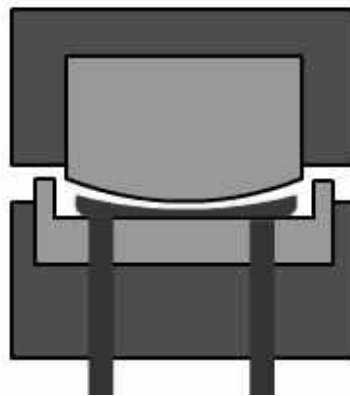
## MOLDEADO AL VACÍO

**Fig.4 MOLDEO AL VACIO.**

## FABRICACIÓN CON TERMOESTABLES.

Se emplean polímeros termorrígidos. Una vez comenzado el calentamiento, un plástico termorrígido continúa endureciéndose. En el moldeo por compresión, el material se coloca en el molde abierto. Un taco calentado aplica suficiente calor y presión para ablandar el polímero termorrígido y llenar la cavidad del molde. La temperatura del taco y de la cavidad del molde puede ser de hasta 149 C y la presión de Las cadenas del polímero se entrecruzan rápidamente y el plástico se endurece tomando su forma permanente, pudiendo ser retirado del molde (Brown, 2007)

### MOLDEO POR PRENSADO



**Fig.5 MOLDEO POR PRENSADO.**

*Fuente: Figuras obtenidas de (DMAA), Departamento de Medio Ambiente de Aragón, España; 2004; Manual de alternativas sostenibles al residuo plástico en Aragón; 8, 15 pp, pág. 18-25*



**Fig.6 CICLO INDUSTRIAL DEL PLASTICO.**

*Fuente : Amigos de la Tierra A.C., [www.yolimpio.com/recicla/pdf/4\\_Reciclaje\\_del\\_Plastico\\_2.pdf](http://www.yolimpio.com/recicla/pdf/4_Reciclaje_del_Plastico_2.pdf)*

### 3.5 APLICACIONES

Actualmente las aplicaciones fundamentales de los plásticos son: envases y embalajes: Los envases y embalajes plásticos son un factor de desarrollo y progreso al ser ligeros, y como explicábamos en la introducción, representan un ahorro de materia prima y combustible en el transporte de los productos envasados y, consecuentemente, una disminución de la contaminación atmosférica. Además, pueden reciclarse y suponen una fuente de energía alternativa que equivale a la de otros combustibles. Construcción: La mayoría de los edificios tienen al plástico como elemento común. El motivo es que éstos, permiten el abaratamiento de los costes en la producción de grandes series de piezas para la construcción, a la vez que facilitan el ahorro de energía a causa de su bajo peso, sus grandes prestaciones y su alto poder aislante. Transporte y Telecomunicaciones: La fabricación de medios de transporte y comunicación se hace con plásticos. Medicina: La esperanza de vida y la mejor calidad de esta se debe en gran parte a la utilización de los plásticos. Algunos productos del área sanitaria que tienen al plástico como principal componente son: marcapasos,

jeringuillas, lentillas, prótesis, cápsulas, envases de productos farmacéuticos, bolsas de sangre y suero, guantes, filtros para hemodiálisis, válvulas, tiritas, gafas, etc. Electrónica: El empleo de los plásticos ha permitido mejorar considerablemente las comunicaciones, ya que por un lado contribuye al ahorro de los combustibles y por otro, su capacidad como aislante, protege de los agentes externos. Los plásticos han contribuido notablemente a la evolución de la denominada “Era de la Información”: Internet, cable, comunicaciones por satélite, ordenadores personales, telefonía fija y móvil, etc. Todos contienen plásticos en su diseño. El área más importante de consumo en este sector es el de equipamientos electrónicos. Agricultura: La producción en el campo se ha triplicado gracias a la “plasticultura”, o cobertura de los cultivos agrícolas con plásticos para protegerlos de los agentes externos (DMAA; 2004)

Las aplicaciones más extendidas de la plasticultura son: acolchamiento de suelos, túneles de cultivo, invernaderos, tuberías para conducción de agua y drenaje, filmes para ensilar, cortavientos, láminas para embalses y cordelería. La resistencia al impacto y al rasgado, la transparencia a la radiación solar, la dispersión de la luz y la reducción del riesgo de heladas, son entre otros, los beneficios que ofrecen los plásticos en la agricultura (Sarmiento *et al*, 2000)

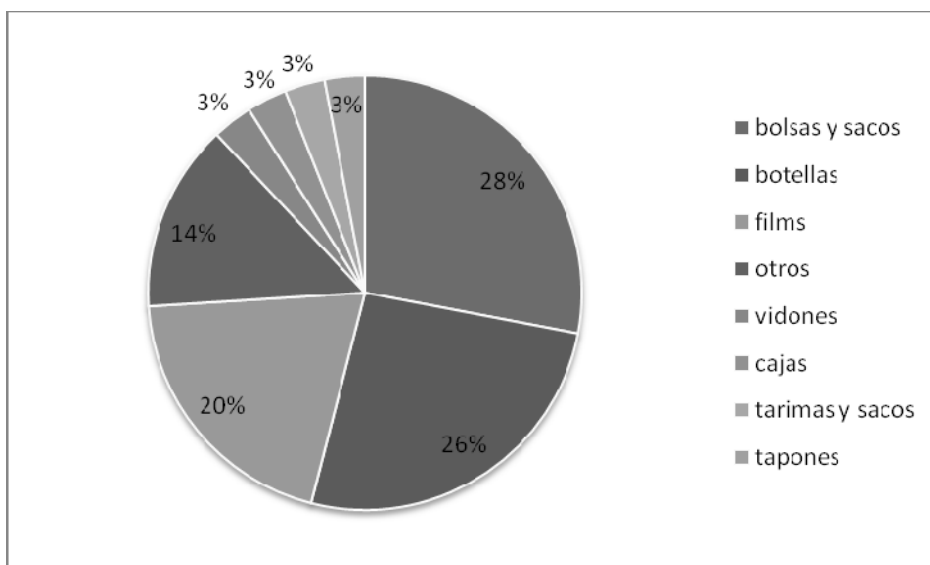
### **3.6 INCIDENCIA DE LOS PLÁSTICOS EN DIFERENTES SECTORES**

Los materiales plásticos se han introducido en todos los sectores industriales de un modo importante. El sector que más material plástico consume con mucha diferencia sobre el resto, es el del envase y embalaje, segundo esta construcción y final automoción (DMAA, 2004)

### 3.6.1 ENVASE Y EMBALAJE

La importante utilización de plásticos en la industria del envase y embalaje es consecuencia de los beneficios que este material ofrece al sector. Los plásticos presentan como características interesantes para este sector: inocuidad, ligereza, resistencia, transparencia, barrera al paso de gases, bajo costo y vistosidad en el diseño. Por todas estas características los envases de plástico se han hecho imprescindibles en el sector (Aguilar et al, 2001)

En cuanto a las aplicaciones que se les da a los plásticos, en el sector de los envases, podemos resumirlas en el siguiente gráfico de la **Fig. 7**:



Fuente: *Manual de alternativas sostenibles al residuo plástico en Aragón Zaragoza, Diciembre del 2004.*

### 3.6.2 CONSTRUCCIÓN

En este sector la incorporación de los plásticos presenta un incremento notable a medida que se logran materiales con mayores prestaciones. La construcción es uno de los sectores dónde los plásticos presentan un mayor crecimiento. Los plásticos se encuentran en las diferentes aplicaciones involucradas en la

construcción: componentes estructurales, cerramientos, aislantes, instalaciones, pinturas y recubrimientos, pavimentos y mobiliario urbano. Las características apreciadas de los plásticos en este sector frente a los materiales tradicionales son: gran resistencia a los factores ambientales, facilidad del procesado, capacidad aislante, baja densidad y resistencia (Val Melús, 1985)

### **3.6.3 MEDICINA**

En este sector los plásticos tienen diversas aplicaciones, tanto como auxiliares en la actividad sanitaria (dispositivos, aparatos, herramientas, e instrumentos quirúrgicos), como materiales para implantes no sólo de carácter inerte sino también que presenten, según el caso, reactividad positiva con los tejidos adyacentes. Así pues, podremos clasificar las aplicaciones de los plásticos en el sector médico como: dispositivos e instrumentos: bolsas de plasma, jeringuillas, carcasas de equipos de control, mangos de instrumental quirúrgico, prótesis duras y blandas: implantes óseos, de articulaciones, ligamentos y tendones, lentes de contacto, catéteres (Cyras *et al*, 2005)

### **3.6.4 AUTOMOCIÓN**

Es el sector que mayor incremento ha experimentado en cuanto a la utilización de plásticos. Las ventajas que presentan los plásticos como material en la fabricación de un coche pueden resumirse en: disminuye el peso del vehículo, con el consiguiente ahorro de combustible, lo cual supone un ahorro energético y la reducción del efecto invernadero que suponen los gases de combustión, simplifica el número de componentes, reduce el tiempo de montaje debido al menor número de piezas a ensamblar, se eliminan muchas operaciones de acabado superficial, debido a la perfección que se puede conseguir en las piezas moldeadas, gran resistencia al ataque ambiental (López, 2005)

### **3.6.5 AGRICULTURA**

La importancia que han adquirido los plásticos en la agricultura se pone de manifiesto por el número de toneladas destinadas a este sector. La fuerza motora del incremento de consumo de plástico en este sector hay que atribuirlo a consideraciones de tipo climático y económico por la posibilidad de conseguir con los plásticos, varias cosechas incluso fuera de temporada. La utilización de plásticos en la agricultura abarcará todos los sectores involucrados, como es el caso de, utilización en cultivo, acolchado de suelos, túneles de cultivo, invernaderos, tuberías, sacos de gran capacidad, envases y embalajes (Davies, 2003)

### **3.7 TRATAMIENTO DE RESIDUOS PLÁSTICOS**

Esta práctica permite reducir los desperdicios sólidos y reaprovechar estos materiales, ya que la mayoría de ellos no pueden ser degradados por el entorno. Algunas técnicas de reciclaje comenzaron a desarrollarse en los años 70, cuando algunos países empezaron a incinerar sus residuos plásticos. Desde entonces han surgido muchos avances en torno a este reciclaje (Alarcón, 2002)

El espectacular aumento en el consumo de los plásticos en la sociedad moderna, que se estima que crece un 4% anualmente, se ha producido en paralelo con el desarrollo tecnológico de estos materiales, cuyo uso se ha extendido además de en el campo ya convencional de los envases, en la fabricación de componentes en las industrias de automoción, vivienda, vestido y todo tipo de bienes de consumo. Así el consumo mundial de materiales plásticos ha pasado de los 10 M de Tm en 1978 hasta los 60 M de Tm en el año 2000 de los cuales el 50% corresponde a USA y el resto se reparte por igual entre Europa y Japón. El consumo de plásticos en España en el 2000 fue de 2,0 M de Tm (Arandes *et al*, 2004)



### **3.7.1 REDUCCIÓN DE PLÁSTICOS**

El incremento de desechos plásticos pos-consumo se ha convertido hoy en día, en una seria preocupación para la conservación medioambiental, debido fundamentalmente al largo periodo de vida de estos materiales y a lo complejo de su reciclabilidad teniendo en cuenta que en muchas ocasiones traen consigo impurezas y un grado de deterioro avanzado. Por otro lado, la mayoría de ellos surgieron con el despertar de la industria petroquímica, cuyas existencias se van reduciendo con el agotamiento de las reservas petroleras a nivel mundial, generando su escasez, precios más altos a plazos más cortos en el mercado internacional. Por ello es necesario el descubrimiento de nuevas alternativas de generación de plásticos donde la materia prima no sea agotable y que sea más amigable con el entorno y lograr una reducción considerable de los plásticos de origen sintético (Brown *et al*, 2006)

### **3.7.2 REUTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS**

El consumo de plásticos continúa experimentando un crecimiento notable en todos los sectores industriales. Este éxito comercial tiene un efecto negativo ya que genera un volumen de residuos importante que necesita ser gestionado de forma eficaz. A pesar de los esfuerzos que se están realizando por parte de las instituciones nacionales y comunitarias, la mayor parte de los residuos plásticos continúan en la actualidad depositándose en vertederos. Esta tendencia está cambiando en los últimos años, debido a la aprobación por la Unión Europea de varias Directivas que afectan directamente a los residuos plásticos generados por los sectores de envases y embalajes, automoción y electrónica. Estas normativas marcan una serie de objetivos de reciclado y valorización rigurosos que requieren del desarrollo y la aplicación progresiva de nuevas tecnologías. En la actualidad, los procesos de reciclado mecánico encuentran una mayor aceptación que los procesos de reciclado químico, debido sobre todo a razones de viabilidad económica. No obstante, esta tendencia podría modificarse si se aplican con éxito

nuevos procesos catalíticos que permiten la conversión del plástico residual en compuestos químicos con aplicaciones en la industria petroquímica. En este artículo se hace un repaso de la situación actual en cuanto al consumo y la generación de residuos plásticos, haciendo un análisis actualizado de las distintas vías de reciclado y valorización existentes (Escola, 2003).

La reutilización directa de los materiales plásticos está limitada actualmente al 1-2%, debido a los cada vez más elevados requerimientos de calidad de los productos. Así, el plástico reciclado obtenido de los envases alimentarios y embalajes, con el que se obtiene una granza de buena calidad, no se puede volver a emplear en la fabricación de nuevos envases para alimentos por razones sanitarias, y debe usarse para otro tipo de aplicaciones (Arandes, 2004)

### **3.7.3 RECICLAJE DE PLÁSTICOS**

Los plásticos cada vez ostentan un papel más destacado en los diferentes sectores industriales, por lo que su reciclado adquiere una mayor importancia (Martínez, 2003)

Teóricamente es posible reciclar la mayoría de los materiales de empaque; hojalata, aluminio, termoplásticos, papel y cartón, para la elaboración de productos iguales (reciclaje primario) o alternativos (reciclaje secundario). El reciclaje produce gran cantidad de ventajas, entre las cuales están la disminución de los volúmenes de desechos sólidos que requieren de disposición (prioridad de los países industrializados) y la reducción del gasto de los recursos naturales y energía (prioridad de los países en desarrollo) (Careaga, 1993)

#### **3.7.3.1 RECOGIDA SELECTIVA.**

Para reciclar, es necesario realizar una recogida selectiva de los residuos plásticos, que consiste en la separación en origen de los diferentes materiales que desechamos. Para que la recogida selectiva pueda ofrecer el beneficio para el















Medio Ambiente que se espera de ella, a un coste razonable, es imprescindible que los ciudadanos y las empresas participen activamente. La elección del sistema recogida selectiva es una de las decisiones que está resultando más importante para las Entidades Locales, a la hora de poner en marcha un programa de recuperación de residuos plásticos. La decisión sobre el sistema de recogida a implantar no sólo tiene influencia en el resultado de la fase de recogida, sino que condiciona el resto de operaciones que integran un programa de reciclado: clasificación, recuperación y, en su caso, reciclado final. Su correcta elección es, pues, el punto clave del éxito de un programa de reciclado, debiéndose promover sistemas de recogida que sean ambiental y económicamente eficientes (Modesti *et al*, 1992)

### **3.7.3.2 CLASIFICACIÓN PARA EL RECICLADO**

Lo ideal es la separación en origen por parte del propio productor, según la naturaleza de los plásticos producidos, siendo este proceso, de aplicación obligatoria en algunas empresas. Para el resto de productores y para el consumidor final, será necesaria la clasificación posterior. Para permitir el reciclado, la mezcla de plásticos usados proveniente de la recogida selectiva tiene que clasificarse en categorías o fracciones de materiales utilizables. Sin plantas de selección es imposible reciclar los envases que, por su bajo peso, deben recogerse mezclados (botellas de plástico, latas y cartones para bebidas...), ya que su baja densidad haría inviable tener contenedores específicos en las calles, aparte de la dificultades de gestión y espacio que representaría la colocación de siete u ocho contenedores diferentes en las calles. Eso sí, habrá que tener en cuenta que separar los distintos plásticos de diferente naturaleza que aparecen juntos en los RU, es demasiado complicado y casi imposible ya que aparentemente todos son iguales como consecuencia de los aditivos y cargas que llevan incorporados (Morgan *et al*, 1993)

Se han desarrollado varias técnicas de separación basadas en métodos físicos de diferente naturaleza. Unas ofrecen una respuesta más rápida que otras, pero en

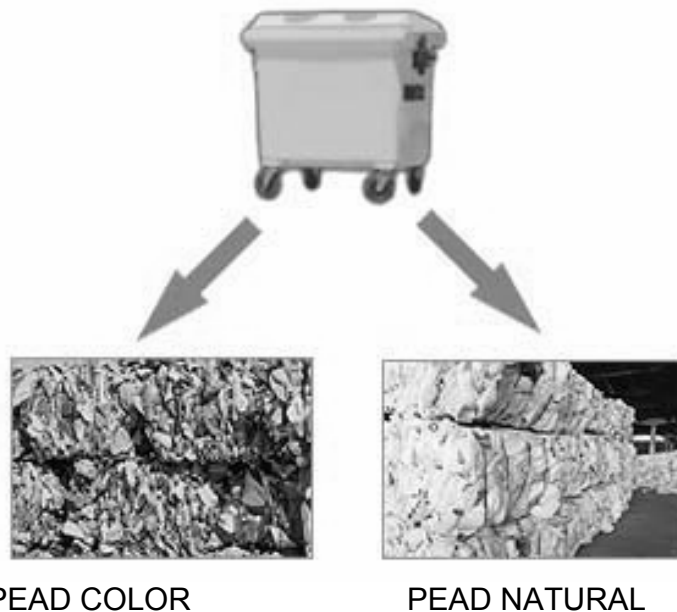
todos los casos de una gran fiabilidad. Estas técnicas podrán clasificarse como: Técnicas de flotación-hundimiento basadas en las diferencias de densidad que presentan los diversos plásticos, aunque la densidad será un dato aproximativo, debido a su dependencia directa de las cargas que lleve incorporadas el plástico. Para llevar a cabo esta técnica se sumergirán los plásticos troceados en diferentes baños con disoluciones de concentraciones conocidas y se irán retirando según sean capaces de flotar o no en cada uno de los baños, Utilización de disolventes. La mezcla de plástico es sometida a la acción de diferentes disolventes progresivamente con lo cual se podrán ir extrayendo cada uno de ellos de manera separada. Esta técnica queda limitada al ser utilizada a nivel de laboratorio, pues el trabajo con disolventes orgánicos a nivel industrial lleva asociados algunos inconvenientes tales como la peligrosidad de los mismos, toxicidad, inflamabilidad, y el alto coste que viene unido al coste de recuperación para ser usados posteriormente. Técnicas espectroscópicas basadas en la diferente respuesta que tiene los plásticos a la radiación electromagnética en función de su estructura química. Son técnicas de respuesta muy rápida por lo que se han podido aplicar en separaciones en tiempo real y de manera automatizada. Técnicas electrostáticas. A este grupo pertenece la separación tribo eléctrica basada en la carga electrostática que se genera en pequeñas partículas de plástico causada por la fricción con la pared del cilindro provocada por un remolino de aire. Una vez cargadas las partículas se proyectan a un campo electrostático dónde se separarán por diferencias de densidad. Utilización de marcadores químicos lo que proporciona al material una cierta propiedad fácilmente identificable, como la respuesta fluorescente a la radiación ultravioleta, o la respuesta a la radiación infrarroja. Marcado mecánico. Para facilitar la identificación de cada tipo de plástico, y ayudar a su clasificación para poder implementar sistemas de reciclado, se ha instituido el Código Internacional SPI, que permite identificar con facilidad de que material específicamente esta hecho un objeto de plástico. El proceso de reciclado y el producto que se obtenga dependerá del tipo de plástico que se recicle, de ahí la importancia de la clasificación selectiva de los residuos plásticos (Derosa *et al*; 2005)

Tabla de identificación de materiales plásticos y sus usos más comunes:			
Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos. Etc. 
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	 Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Polocloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, simil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc. 
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	 Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales desechables, etc. 
	PS	Poliestireno	 Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
	Otros	Resinas epoxídicas Resinas Fenólicas Resinas Amídicas Poliuretano	Adhesivos e industria plástica. Industria de la madera y la carpintería. Elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc. Espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc. 

**Fig. 8**

*Fuente: Manual de alternativas sostenibles al residuo plástico en Aragón Zaragoza, Diciembre del 2004.*

De este modo, los plásticos, una vez recogidos van a las plantas de selección donde, habitualmente, se clasifican en 4 grupos: PEAD, PEBD, PET y plástico mixto. En muchos casos, se efectúa además una selección adicional de: PEAD natural y PEAD color, como en la **Fig. 9** (Roque; 2002)



A partir de las balas, los recicladores de plásticos trituran, lavan, extrusionan y grancean para convertir el residuo plástico en una nueva materia prima, apta para nuevas aplicaciones (Joseph, 2000)

### **3.7.3.3 RECICLADO DE PLÁSTICOS**

Respecto al reciclado, la situación es diferente para cada tipo de plástico. En principio podemos distinguir dos tipos de reciclado: reciclado mecánico, reciclado químico y reciclado energético (Van Der Wal, 1994)

#### **3.7.3.3.1 RECICLADO MECÁNICO**

Los plásticos ideales para el reciclado mecánico son aquellos objetos de mayor tamaño, por ejemplo botellas si son residuos de envase, parachoques y depósitos

de gasolina de los automóviles fuera de uso o residuos recogidos en grandes cantidades como es el caso del film procedente de invernaderos. El reciclado mecánico consiste en el tratamiento de los residuos plásticos por medio de la presión y el calor para volver a darles forma y conseguir otros objetos iguales o distintos de los iniciales. El proceso de reciclado comienza con la trituración o molienda, que puede ser realizada en dos etapas y con una etapa intermedia de eliminación de contaminantes (papeles, etiquetas, etc.). A continuación, el producto se almacena en un silo intermedio antes de pasar a las siguientes etapas del proceso. Antes de fundir y reprocesar el plástico, los trozos o la resina peletizada se lavan para eliminar los contaminantes. La efectividad de esta etapa de lavado está muy influenciada por el tamaño de los trozos. Así, cuanto más pequeño sea el tamaño del trozo, más efectivo será el lavado, ya que posee mayor superficie de contacto con el agua de lavado. Este lavado se puede repetir si fuera necesario, para pasar al centrifugado y secado del material, que se almacena en nuevos silos intermedios en los que, además, se realiza una homogenización que garantice una calidad constante y adecuada. Con el producto triturado, limpio, seco y homogéneo se alimenta a la extrusora, y, tras el proceso de granceado, se obtiene la granza lista para ser procesada por diferentes técnicas, fundamentalmente, se pueden considerar tres casos en este proceso final. Procesado del producto reciclado directamente, con la formulación que sea adecuada a su aplicación concreta. En este caso, las piezas obtenidas tienen en general, propiedades inferiores a las fabricadas con polímero virgen, lo que es suficiente para la utilidad deseada. Mezcla de la granza reciclada con polímero virgen para alcanzar las prestaciones demandadas. El ejemplo típico es la adición de polímero virgen a la mezcla de termoplásticos para la fabricación, por ejemplo, de perfiles. Y coextrusión del producto reciclado, generalmente entre dos o más competativas. Un ejemplo de esta técnica es la fabricación de botellas para bebidas, en la que la capa intermedia puede ser de polímero reciclado y la interior (en contacto con el producto) y la exterior son de polímero virgen. El resultado son nuevos objetos de plástico reciclado: bolsas, maceteros, tuberías drenaje, pallets para el transporte, señales de tráfico, bancos para parques, etc. Algunos de ellos

son habituales en nuestra vida cotidiana desde hace años, como puedan ser las bolsas de basura o las tuberías de desagües, mientras otros son novedosos y están en estos momentos iniciando su entrada en los mercados (Sendijarevic, 2007)

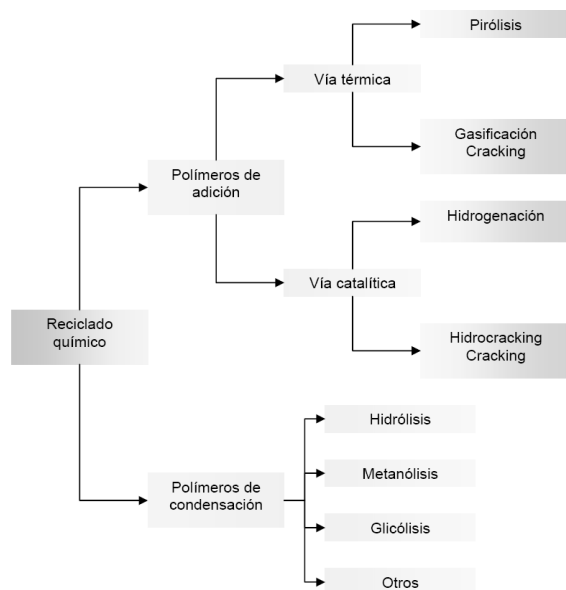
De cualquier modo, el producto final deberá ir correctamente etiquetado, indicando que es material reciclado y en qué proporción, y especificando las limitaciones de uso en caso necesario (Hopewell, 2009)

### **3.7.3.3.2 RECICLADO QUÍMICO**

No todos los materiales plásticos están en condiciones de ser sometidos a un reciclado mecánico, bien porque están muy degradados y no darían productos con buenas características, o porque se encuentran mezclados con todo tipo de sustancias cuya separación y limpieza no resultaría rentable. En este tipo de reciclado los residuos y las piezas usadas de plástico se descomponen a través de un proceso químico (despolimerización) en los componentes más sencillos de origen, los monómeros, que se volverán a polimerizar para reconstruir el polímero y formar un nuevo material dando lugar a artículos como jerséis, alfombras, etc.

El monómero regenerado, el polímero, o ambos, pueden mezclarse con material virgen (Menges, 1994).





**Fig.10 ESQUEMA DE LOS PROCESO DE RECICLADO QUIMICO**

*Fuente: Manual de alternativas sostenibles al residuo plástico en Aragón Zaragoza, Diciembre del 2004.*

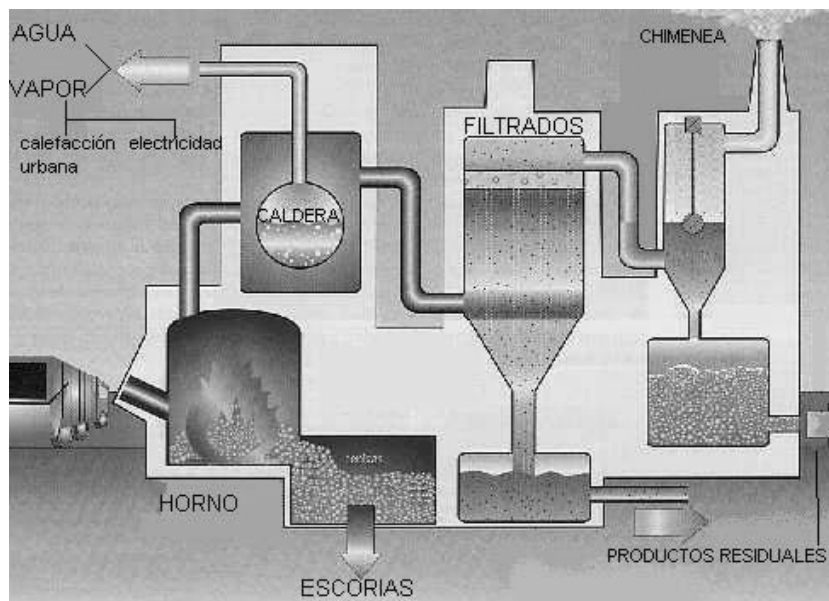
Por sus características, es viable su aplicación tanto a mezclas de distintos polímeros, lo que evita la separación por tipos, como a polímeros termoestables, por lo que es un complemento adecuado al reciclado mecánico. El reciclado químico puede realizarse mediante diferentes procesos, como la pirólisis, la hidrogenación, la gasificación o el tratamiento con disolventes. Estos procesos, como alternativa de recuperación de los residuos plásticos se encuentran en fase de desarrollo y las instalaciones de reciclado químico europeas que están operativas a nivel comercial se encuentran sobre todo en Alemania (Stein, 1992).

### **3.7.3.3.3 RECICLADO ENERGÉTICO O RECUPERACIÓN DE ENERGÍA**

Los residuos plásticos pueden ser aprovechados como combustible por su elevado poder calorífico ya que, por ejemplo, un kilogramo de polietileno produce la misma energía que un kilogramo de fuelóleo/gas natural. Estudios de eco balance indican que la recuperación de energía, para muchos plásticos, es más beneficiosa medioambientalmente que el reciclado mecánico o químico. Estando

esta alternativa especialmente indicada para aquellos residuos que presentan deterioro o suciedad, como es el caso de parte de los plásticos que proceden de la agricultura o en determinados casos de residuos urbanos (RU).

Además esta alternativa resolverá conjuntamente dos problemas importantes: la eliminación de residuos y la reducción del consumo de recursos no renovables (Francalanci et al, 2005)



**Fig.11 ESQUEMA DE UNA PLANTA RECUPERADORA DE ENERGIA.**

*Fuente: Manual de alternativas sostenibles al residuo plástico en Aragón Zaragoza, Diciembre del 2004.*

Este proceso permite reducir el grueso de los desechos municipales de aproximadamente el 10% del volumen de basura que ingresa a la planta. Puede también proveer el beneficio adicional de generar energías, si las características de los residuos son tales que tengan un alto poder calorífico. Las tecnologías desarrolladas en años recientes han reducido mucho los impactos ambientales negativos que la incineración tenía en el pasado y, a pesar de que aún conserva ciertos riesgos, muchas comunidades en el mundo entero están dependiendo de esta importante alternativa en la gestión integral de los desechos municipales (Careaga, 1993).

### **3.8 BIOTECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE.**

Como una de las consecuencias del desarrollo humano y tecnológico de las últimas décadas, las sociedades actuales se enfrentan a serios problemas de contaminación ambiental. Nuestro país no es la excepción. De hecho, la Ciudad de México se encuentra entre las ciudades más contaminadas del mundo. Esta condición reta a nuestra sociedad para encontrar medidas efectivas que controlen los efectos negativos de la contaminación, entre los que se incluyen el deterioro de la salud humana y la pérdida irremediable de diversas especies animales y vegetales (Lombardi, 2008)

La biotecnología ambiental ha surgido como una respuesta para la solución a muchos de los problemas de contaminación actual (Camino, 2002)

La contaminación ambiental es un problema de gran repercusión mundial. Entre los más fuertes contaminantes se encuentran los polímeros sintéticos, que poseen una larga vida al ser no biodegradables, por lo cual provocan un alarmante daño ecológico (Huisman *et al.*, 1992; Asenjo *et al.*, 1995). Por lo que existen materiales de origen natural que podrían sustituir a los sintéticos en un futuro no muy lejano (Arranz, 1999)

#### **3.8.1 BAGAZO CUBANO**

Diferentes autores han estudiado las posibles vías que pueden ayudar a disminuir la generación de estos desechos y su agresividad al medio, utilizando en su lugar, fibras naturales biodegradables y con carácter renovable. Trabajos con fibras de plátano, coco, lino, sisal, cáñamo y bagazo han sido reportados con variadas aplicaciones en la industria del mueble, producción de tableros, divisiones para interiores, cubiertas para puertas y paredes, paneles para automóviles entre otras múltiples aplicaciones, e incluso, se comienza la incursión a escala industrial de los nano compuestos para el desarrollo de nuevos materiales. En México, por

ejemplo, se utilizan nano partículas de arcillas provenientes de cenizas volcánicas y aditivos para reciclar el polietileno, devolviéndole la viscosidad necesaria para su reprocesado. (Cantero *et al* 2003)

Estas soluciones, a pesar de no ser definitivas, reducen en una cantidad importante, el empleo de materiales plásticos que se logran sustituir incorporando cargas naturales a la matriz formulada y crea las bases para estudiar el empleo de materiales biodegradables más estables en el tiempo, como una de las vías más seguras para propiciar un entorno amigable (Brown, 2007)

### **3.8.2 LOS BIOPLASTICOS DE YUCA**

La industria plástica en nuestro país ha tenido un progresivo desarrollo desde sus inicios, brindando soluciones para el hogar, para la agricultura y con productos complementarios para otras industrias, siendo el Poli vinil Cloruro (PVC) la materia prima por excelencia, además de otros polímeros. Por sus características de maleabilidad y su bajo costo este material se convirtió rápidamente en una solución para un sinnúmero de actividades y productos, no obstante en los últimos años ha surgido una polémica por su alto impacto ambiental ya que este material no se degrada sino hasta dentro de unos 200 años, según lo demuestran estudios, por lo que hay consenso en cuanto desarrollar plásticos biodegradables con similares características al PVC sin tener que correr con la contaminación causada por el mismo lo que marca la pauta en buscar una solución ecológica a este problema. Estudios recientes han desarrollado una técnica la cual utiliza almidón de yuca para la fabricación de plásticos biodegradables, los mismos que presentarían características similares a los plásticos provenientes del PVC, alternativa que solucionaría el gran problema de la contaminación generada por plásticos convencionales.(Brekelbaum, 1991)

### 3.8.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El bio plástico es fabricado a partir de almidón de yuca, totalmente biodegradable y no tóxico, que una vez degradado puede usarse incluso como material de compostaje (abono). Las aplicaciones de este bio plástico son las mismas que las de un plástico convencional, desde las típicas bolsas de plástico hasta envases, pañales, material de oficina, utensilios agrícolas, etc. (Alvarado, 2002)

### 3.8.2.2 EL ALMIDÓN

En la manufactura de las fundas plásticas orgánicas se realizan procesos básicos tales como: Recepción, Lavado, Maceración, Rallado, Extracción, Secado, Ensacado y Despacho. Mediante el cual el almidón es separado de los otros constituyentes de la materia prima como: las grasas, proteínas, fibras, azúcares y sales. Las industrias de almidones emplean procesos de molienda y refinación vía húmeda, obteniéndose almidones con pureza entre 98 a 99.5%. La propiedad del almidón de producir pastas viscosas cuando es calentado prácticamente es la más importante para este producto. (Herrera, 1992)

**CUADRO 1 VISCOSIDAD DE ALGUNOS ALMIDONES**

Almidón	Temperatura de gel. °C	Rango pico viscosidad	Unidades Brabender	
95°C 20 min.	50°C 20 min.			
Yuca	54-66	800-1500	500-350	500-550
Papa	56-66	1000-2500	800-350	600-650
Maíz	70-80	300-600	500-400	850-800
Trigo	75-85	200-500	300-300	350-320

A continuación se muestra un listado de algunos de los productos que pueden encontrarse actualmente en el mercado fabricados con bio plástico.

### BOLSAS BIO-PLÁSTICAS

Bolsas compostables para la basura, bolsas compostables para fruta y verdura, bolsas compostables para la basura orgánica, bolsas compostables con asa tipo

"riñón", bolsas compostables tipo "camiseta" para tiendas y comercios (Herrera, 1992)

### **3.8.2.3 IDENTIFICACION DEL MERCADO PARA LOS PRODUCTOS PLÁSTICOS BIODEGRADABLES.**

Hay dos sectores en cuyos procesos productivos las fundas plásticas están presentes indiscutiblemente como materiales indirectos, y estos son en el sector agrícola, específicamente en la producción bananera. Mientras que el otro sector pertenecen a los productos para el hogar utilizados a diario como fundas plásticas para basura y bolsas compostables tipo "camiseta" para tiendas y comercios; en este estudio se analizó los siguientes sectores de mercado: agrícola, como material indirecto de fabricación en la producción bananera; y doméstico, como fundas plásticas para basura (Dirección de marketing y ventas, 1998)

### **3.8.2.4 FACTORES CONDICIONANTES DE LA DEMANDA**

#### **Impacto ambiental**

Las fundas plásticas biodegradables presentan una solución al problema de la contaminación global causado por los plásticos convencionales, debido a su prácticamente nula degradación. Tomando en consideración de que en la Unión Europea que es un demandante importante de banano ya existen cláusulas en leyes para los países miembros, en donde se exige que se importen productos alimenticios con materias primas, sean estas directas o indirectas, orgánicas o ecológicas; las fundas plásticas biodegradables son hoy una solución viable. Además uno de los factores condicionantes para la introducción de este producto elaborado con materiales de origen vegetal sería el factor precio, el cual sería inferior al costo de producción de la fundas plástica elaboradas con materias primas derivadas del petróleo (Murrier, 1999).

### 3.8.2.5 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DEMANDANTE.

#### Plásticos demandados por el sector agrícola.

Las proyecciones de la demanda mundial de importaciones de banano se incrementarán en cerca del 1,9% anual, lo cual implica que para el año 2005 esta demanda será de 12,8 millones de toneladas. Es importante recalcar que las fundas plásticas son demandadas por el sector bananero, tanto para la fase de cultivo como para la fase de embasamiento y posterior exportación. Para poder cuantificar la cantidad de fundas plásticas que demanda el sector bananero en su conjunto es necesario conocer las estadísticas de superficie productiva y rendimiento exportable (Robledo, 1996)

**Cuadro No. 2**  
**ECUADOR: SUPERFICIE PRODUCTIVA, RENDIMIENTO EXPORTABLE Y**  
**DEMANDA DE FUNDAS PLÁSTICAS**

AÑO	SUPERFICIE HAS	No. DE RACIMOS POR HAS	DEMANDA DE FUNDAS PLÁSTICAS
1991	99.118	4.955.900	257.706.800
1992	134.504	6.725.200	349.710.400
1993	119.425	5.971.250	310.505.000
1994	124.417	6.220.850	323.484.200
1995	125.603	6.280.150	326.567.800
1996	127.140	6.357.000	330.564.000
1997	127.126	6.356.300	330.527.600
1998	138.230	6.911.500	359.398.000
1999	138.230	6.911.500	359.398.000
2000	143.961	7.198.050	374.298.600
2001	145.554	7.277.700	378.440.400
2002	148.786	7.439.300	386.843.600
2003	152.019	7.600.950	395.249.400

Fuente: Programa Nacional del Banano, MAG, Proyecto SICA-BIRF/MAG Ecuador  
([www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec))

### **3.8.2.6 PLÁSTICOS DESTINADOS COMO PRODUCTOS PARA EL HOGAR.**

La producción de residuos domésticos generados por persona por día es muy útil para estimar la producción de los residuos domésticos de una población determinada y así dimensionar los sistemas de recolección, en el que las fundas plásticas juegan un papel importante en el tratamiento de los residuos domésticos. Es importante recalcar que siendo el producto fundas de basura un artículo de demanda secundaria, su consumo va estar en función del ingreso de los diferentes niveles de la población, por aquello y tomando en cuenta un análisis realista de dichos hogares, se ha creído conveniente potencializar la demanda de las fundas plásticas a los hogares medio, medio alto y alto, quienes si constantemente demandan estos productos para el manipuleo y posterior transporte de desechos sólidos (Kotler, 2001)

### **3.9 LOS POLIHIDROXIALCANOATOS (PHA)**

La sustitución de los plásticos actuales por plásticos biodegradables es una vía por la cual el efecto contaminante de éstos en el medio ambiente se vería disminuido, pues los desechos plásticos podrían ser tratados como desechos orgánicos ó eliminarlos en los depósitos sanitarios, en períodos cortos de tiempo. Los polihidroxicanoatos (PHA) constituyen una familia de polímeros biodegradables de origen microbiológico, por lo que contribuyen al desarrollo sostenible al ser originados por recursos renovables. Por su origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables, se denominan “*polímeros doblemente verdes*”. El polihidroxibutirato, que es el primer miembro conocido de esta familia, tiene propiedades mecánicas semejantes a la del polipropileno con la ventaja agregada de su biodegradabilidad. Sin embargo, en la actualidad no es un material que pueda desplazar al polipropileno, debido a que su diferencia de precio es muy grande (Rozsai *et al*, 2004)



#### **IV. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA.**

Prohibir que hagan entrega de bolsas de plástico en las cajas registradoras, puntos de pago, etc., sustituyéndolos por bolsas con un aditivo especial que los hace biodegradables o utilizar bolsas de papel reciclable.

Ofrecer a sus clientes bolsas plásticas biodegradables en sus puntos de pago por parte de las tiendas y todo negocio en general.

Colaborar con los Departamentos de Medio Ambiente del Gobierno, promoviendo campañas de información y sensibilización medioambiental bajo el lema “LA BOLSA O LA VIDA”, para concientizar a los ciudadanos de la necesidad de reducir el consumo de bolsas de plástico que utilizan en su vida diaria.

Hacer entrar en razón a los supermercados o tiendas departamentales que ofrezcan bolsas de tela obteniendo así un mayor uso del mismo y cuando sea desgastada renovarlas disminuyendo el impacto.

Introducir bolsas y elementos de plástico biodegradables, con base en polímeros de almidón o ácidos poli lácticos derivados del maíz, que no contengan derivados del petróleo y que pueden transformarse en abono (composta).

Realizar una propuesta legislativa, intentando abordar este problema minimizando el impacto ambiental del plástico, fomentando su utilización racional y reciclado, apuntando al reemplazo de las mismas por otros elementos menos dañinos al medio ambiente de 2 maneras:

Obligar a fabricantes y consumidores, en especial a las grandes cadenas de supermercados, a distribuir sus mercancías en bolsas biodegradables. El programa de reemplazo que se propone es de carácter gradual y progresivo, otorgando un plazo de veinticuatro (24) meses a los comercios, un tiempo

razonable para sustituir las bolsas de plástico no biodegradable por otros materiales biodegradables u otros elementos menos impactantes en el medio ambiente.

Establecer campañas activas para la difusión, concientización y asistencia de los comercios y público en general, a los efectos de cambiar paulatinamente esta cultura de la utilización del plástico no biodegradable, fomentando la vuelta a la vieja y saludable “bolsa de los mandados”.

## V. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los plásticos convencionales la gran mayoría de estos materiales causan un impacto al medio natural, alterando la visión de los paisajes y la estructura de los suelos, puesto que son materiales que no se degradan tan fácilmente, por lo tanto es conveniente la sustitución de estos plásticos provenientes de combustibles fósiles por plásticos biodegradables, constituidos por materia de origen natural o vegetal, logrando así una mayor eficacia en la biodegradabilidad de los materiales en poco tiempo, tomando en cuenta que no solo se logra la biodegradación si no el uso como nutriente para el suelo de estos bio plásticos, por lo que se disminuye el impacto ambiental. Logrando así el interés por la investigación en este campo de la biotecnología para la producción de materiales plásticos que sean más amigables con el medio ambiente y proporcionar una mejor calidad de los suelos y de los ecosistemas diversos. Por lo cual se necesita un interés y esfuerzo por reducir el uso de estos materiales, logrando así nuevas alternativas que nos convengan como parte de un ecosistema terrestre viendo el bien de todos los seres vivos del medio en donde nos desarrollamos, aplicando nuevas formas de reciclaje de materiales no biodegradables e investigando nuevos proyectos donde se aplique la biotecnología para la producción de material biodegradable y menos dañino para nuestro entorno.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar A., M., C., I., Muñoz, 2001; Envases y embalajes: Gestión, contabilidad y auditoría; Partida doble; No.121; pág.52-61.
- Alarcón, A. C., M. Irusta, 2001; Plásticos y residuos sólidos; Infografía; El mundo; pág. 56.
- Alonso, M. V., F. Rodríguez, M. Oliet, 2002; Formulación y curado de resinas fenol-formaldehído tipo "resol" con sustitución parcial del fenol por lignosulfonatos modificados; Tesis doctoral; Universidad complutense de Madrid; Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Ingeniería Química; pág. 57.
- Alpendurada M. F., 2000; Solid-phase microextraction: a promising technique for sample preparation in environmental analysis; Laboratory of Hydrology, Faculty of Pharmacy, Porto University; Pages 3-14.
- Alvarado, A. L., 2002; Servicio de información de mercados; Boletín quincenal No. 16; Subgerencia de desarrollo de mercado.
- Amigos de la tierra A. C., 2009, (en línea); [www.yolimpio.com/recicla/pdf/4\\_Reciclaje\\_del\\_Plastico\\_2.pdf](http://www.yolimpio.com/recicla/pdf/4_Reciclaje_del_Plastico_2.pdf); (consultada el 23 de febrero de 2010).
- Aradilla., D., O. Pujol, F. Estrany, 2009., Nano compuestos de arcilla-polímero., Técnica industrial., No. 281., pág. 56-59.
- Arandes., J. M., J. Bilbao, V. López, 2004; Reciclado de residuos plásticos; Revista Iberoamericana de polímeros; Departamento de ingeniería química, Universidad del país Vasco; Vol. 5(1); pág. 30-34.
- Armegol, E.,J. A. Badiola, 1997; La trashumancia de los plásticos agrícolas., Revista de Horticultura No. 118.,31, 32 pp.
- Arranz., F., 1999., Nuevos materiales poliméricos por modificación selectiva de celulosa., Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros., España, No. 516., 641, 595pp.
- Artigas, B., 2004; Los plásticos técnicos en España; Ingeniería química; Universidad de la Rioja; No. 417; Pág. 170-172.

- Asenjo, J. A.; A.S. Schmidt; P.R. Anderson y B.A. Andrews ;1995; Effect of single nutrient limitation on poly- $\beta$ -hydroxybutyrate molecular weight distribution in *Alcaligenes eutrophus*; *Biotech. Bioeng.* 46: 497-502.
- Avérous, L. y C. Frigant; 2001; Association between plasticized starch and polyesters: processing and performances of injected biodegradable systems, *Polym. Eng. Sci.* 41 (5), 727-734.
- Avérous, L. y N. Boquillon; 2004; Biocomposites based on plasticized starch: thermal and mechanical behaviours, *Carbohydr. Polym.* 56 (2), 111-122.
- Avérous, L. y otros tres autores; 2003; Starch-based biodegradable materials suitable for thermoforming packaging, *Starch/Stärke*: 53 (8), 368-371.
- Bangyekan, C. D. Aht-Ong. y K. Srikulkit; 2006, Preparation and properties evaluation of chitosan-coated cassava starch films, *Carbohydr. Polym.* 63 (1), 61-71.
- Brandrup. J., 1996. *Plastic and structure., Recycling and recovery of plastic.*, Munich ; New York : Hanser Publishers ; Cincinnati, OH : Hanser/Gardner Publications.
- Brekelbaum, T., B. Ospina, 1991; *Secado Natural de Yuca en la Costa Norte de Colombia*; Centro Internacional de Agricultura tropical; *Manual de Construcción y Operación de una planta de secado natural de yuca.*
- Briones, R., 2005; (en línea); <http://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos>; (consultado el 28 de enero de 2010).
- Brown, A., 2007; *Materiales reforzados*; *Revista Ibero americana de polímeros*; Laboratorio de polímeros; Universidad Nacional de Costa Rica; volumen 8(4).
- Brown, A., L. Matellanes, A. Álvarez, M. Momeñe, J. Txarroalde, M. Serantes, J. A. Leal, A. Rente, 2006; *Disminución del empleo de materiales plásticos a partir de la revalorización del bagazo cubano*; Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA); Fundación Gaiker.
- Camino, C. D., 2002; *Contaminación ambiental y su problemática*; Instituto de Biotecnología del National Research Council of Canada.
- Cantero G., A. Arbelaiz, R. LlanoPonte, I. Mondragón, 2003; *Comp. Sci. Techn.* "Effects of fibre treatment on wettability and mechanical behaviour of flax/polypropylene composites", 63(9).

- Careaga, J., A., 1993, Manejo y reciclaje de residuos de envases y embalajes; SEDESOL; México D.F., pág. 71.
- Carrillo; R., 2006; (En línea); <http://biblioteca.ibt.unam.mx/revistas/letra.php?pagina=4&letra=R>; (consultado el 10 de febrero de 2010).
- Catino, G., 2008; La cadena productiva del Plástico; el reflejo de la Petroquímica; Revista de ingeniería plástica; Grupo editorial Costa nogal; No. 14.
- Cedric, M., 2001; Micro estructura y propiedades mecánicas de compuestos de polipropileno con hidróxido de magnesio y aluminio moldeados por inyección; ciencia de los materiales ingeniería metalúrgica; Universidad Politécnica de Catalunya.
- Cervantes., M., D. Varela, A. Álvarez, J. López, 2000; Tecnología para la recogida y el reciclado de los plásticos; Agro técnica; departamento de ingeniería rural Universidad de Almería; No. 1; pág. 75-78.
- Cyras V. y A. Vázquez; 2005; Polímeros biodegradables a partir de almidón; Revista de plásticos modernos; Ciencia y tecnología de polímeros; No. 521; pág. 223-229.
- Davies B., 2003; Biological mechanisms of water-saving agriculture; Journal of Experimental Botany; Lancaster Environment Centre, Lancaster University.
- Derosa R., E., Telfeyan, and J. S. Mayes; 2005; Current State of Recycling Sheet Molding Compounds and Related Materials; Journal of Thermoplastic Composite Materials; 18: 219 - 240.
- Demiate, I. M., N., Dupuy, J. P. Huvenne, M. P. Cereda, G. Wosiacki, 2002, Relationship between baking behavior of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy., Carbohydrate Polymers, Vol. 42, No. 2, pp. 149-158.
- Dirección De Marketing y Ventas; 1998; Cultural de ediciones; Tomos I, II, III.
- (DMAA), Departamento de Medio Ambiente de Aragón, España; 2004; Manual de alternativas sostenibles al residuo plástico en Aragón; 8, 15 pp, pág. 18-25.

- Duran., J., A., M. Morales, R. Yusti, 2005; Formulación para la obtención de yuca, variedad NBRA 383; Revista científica Guillermo de Ockham; vol.3; No. 2; Universidad de San Buenaventura de Cali; 127, 128, 383pp.
- Escola, J. M., J. Aguado, D. Serrano, D. San Miguel, 2003, Reciclado de residuos plásticos: Situación actual y perspectivas; Revista de plásticos modernos; Ciencia y tecnología de los polímeros; No. 570; pág. 539-546.
- Ferruzzi, F., 2007; (en línea); Mater Bi® (Novamont S.P.A., Italia) en Italia [[www.mater-bi.com](http://www.mater-bi.com)], Cargill-Down® en Estados Unidos(consultado el 02 de enero de 2010).
- Francalanci L., D., Gareth, W., Lutenuwer, S. Tommasini, P. D. Mason and S. Contigelli; 2005; Intra-Grain Sr Isotope Evidence for Crystal Recycling and Multiple Magma Reservoirs in the Recent Activity of Stromboli Volcano, Southern Italy; Dipartimento di scienze della terra, universita ` degli studi di Firenze.
- Gardziella, A, L. A. Pilato; Knop; 2000; Phenolic Resins; Ed. Springer.
- Gregori, B., M. Guerra, G. Mieres, L. Alva, A. Brown, N. Rangel, M. Sosa, Y. De la Hoz, 2008; Caracterización estructural de poliuretanos mediante espectroscopia FTIR y RMN (1H y C13); Revista iberoamericana de polímeros; Vol. 9; No. 4; pág. 377-388.
- Greiner, E.; 2002; Chemical Economics Handbook, Journal of knowledge management; University of Georgia, Athens, Georgia, USA
- Guarín, G., 2009;(en línea) [www.sltcaucho.org/propiedadesdeloselastomeros.doc](http://www.sltcaucho.org/propiedadesdeloselastomeros.doc); (consultado el 23 de enero del 2010).
- Herrera, J., 1992; Desarrollo de productos de Raíces y Tubérculos; Centro
- Hickner, A., H., Ghassemi, Y. Seung Kim, B. R. Einsla, J. E. McGrath; 2004; Alternative Polymer Systems for Proton Exchange Membranes (PEMs); Department of Chemical Engineering; Macromolecules and Interfaces Institute, Virginia Polytechnic Institute and State University. USA-
- Hidalgo, M., 1997; Polímeros entrecruzados a base de PVC: síntesis, caracterización y propiedades; Departamento de química física; Facultad de ciencias químicas; Universidad Complutense de Madrid; instituto de ciencia y tecnología de polímeros. España.

- Hopewell J., R. Dvorak y E. Kosior; 2009; Plastics recycling: challenges and opportunities; *Phil Trans R Soc B*; 364: 2115 - 2126.
- Huisman, G. W., E. Wonink; G. de Konning; H. Preusting y B. Withholt; 1992 Synthesis of  $\beta$ -polyhydroxyalkanoates by mutant and recombinant *Pseudomonas* strains. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 38: 1-5.
- Huisman., J., G. Asenjo, 1995., Anti-nutritionele factoren vlinderbloemigen en nutritionele effecten bij eenmagige landbouwhuisdieren., PDV., Kwaliteitsreeks, 23:7-24. Internacional de la Papa, CIP. Perú.
- Joseph P.V., K. Joseph, S. Thomas, 2000; Proceedings of the third International Symposium on Natural Polymers and Composites; Sao Pablo, Brasil, pag. 333-343.
- Julák J., Procházková E., Rosová V., 2003, Evaluation of exudates by solid phase microextraction–gas chromatography; *Journal of Microbiological Methods*, Volume 52, Issue 1, Pages 115-122.
- Kotler, P., 2001; Dirección De Mercadotecnia; Editorial México; IV Edición; pág. 37-39.
- León, R., 2007; Síntesis, caracterización y aplicación del PS entrecruzado a partir de residuos de PS; *Revista Iberoamericana de polímeros*; Facultad de ciencias químicas e ingeniería; Universidad Autónoma de Baja California; Volumen 8(2); No.2; pág. 112-114.
- Lombardi A., A., Barbante, P. Della, D., Rosiello, C. Lara Castellazzi, L. Sbano, S. Masci, and A. Ceriotti; 2008; A Relaxed Specificity in Interchain Disulfide Bond Formation Characterizes the Assembly of a Low-Molecular-Weight Glutenin Subunit in the Endoplasmic Reticulum; *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biologia e Biotechnologies Agrarian, University of Warwick.*
- López L., 2005; Jornadas de plásticos en automoción, *Revista de plásticos modernos*; Ciencia y tecnología de polímeros; No.590; Pág. 100-110.
- Martínez, J., M., Rodríguez, A. I. Fernández, M. J. Villaverde, A., López, D., Marín, R. Núñez, N., Galego y E. M. Garballo; 2004; Producción de polihidroxialcanoatos con bacterias diazotrofas, *Revista biología*; Vol.18, No.1, Instituto de materiales y reactivos, Universidad de La habana.



- Martínez, T., 2003; Crece el reciclado de plásticos en España; *Qualitas Hodie; Excelencia, desarrollo sostenible e innovación*; No. 92; pág. 76-77.
- Menges G., 1994; New Developments in Chemical Recycling as a Sink for Problematic Waste from Fiber-Reinforced Plastics; *Journal of Thermoplastic Composite Materials*; 7: 64 - 74.
- Modesti M., F., Simioni and S. A. Rienzi; 1992; Recycling of Microcellular Polyurethane Elastomer Waste; *Journal of Elastomers and Plastics*, 24: 288 - 305.
- Morgan R. E., L. B., Weaver and M. Munstermann; 1993; Commercial Recycling of Rim Polymers, *Journal of Cellular Plastics*, 29: 427 - 428.
- Murrier G., 1999; Planeación Y Control De Mercado; Editorial El Conejo; Tomo I; EE.UU; pág. 122-125.
- Nar, S.K.P., 1993; Variation of poly-beta-hydroxybutyrate synthesis in *Rhizobia* reflects strain differentiation and temperature regulation; *J. Basic Microbiol.* 33(1):35-39.
- Ortiz, M. L., 2003; El impacto de los plásticos en el ambiente; *Revista de ciencias ambientales*; Centro de investigación en biotecnología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; No. 30.
- Ozols, A., 2004. Plásticos polimerización y estructura; Instituto de Ingeniería Biomédica., laboratorio de sólidos amorfos., pág. 11.
- Page, W.J., 1992; "Production of poly-b-hydroxybutyrate by *Azotobacter vinelandii* UWD in media containing sugars and complex nitrogen sources". *Appl Microbiol biotechnol* 38:117-12.
- Peláez; D., 1998; Polímeros entrecruzados; Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal; Instituto de química de la UNAM; Vol.69; No. 002.
- Perdomo, M., 2003; Plásticos y medio ambiente, Grupo de Polimeros; Ministerio de Educación Cultura y Deportes, Zona Educativa No. 14; Facultad de ciencias; Dpto. de química; Universidad de los Andes; 4° sesión.
- Roque, M., 2002; Clasificación de plásticos; *Revista de plásticos modernos*; Ciencia y tecnología de polímeros; pág. 517-528.
- Rivero, M., J., 2002; Diseño del proceso de purificación de estireno mediante adsorción en alúmina; Tesis doctoral; Universidad de Cantabria, Dpto. de ingeniería química y química inorgánica.

- Robledo, F., 1996; El eco balance de los plásticos en la agricultura; Revista de Horticultura; Informe extra; Ingeniería técnica agrícola; No.110.
- Rodríguez M. A., 1999; Diseño de espumas poliméricas con base poliolefílica;
- Rodríguez, R., 2007., Polímeros y su estructura., Revista del ministerio del medio ambiente., pág. 68.
- Rozsai; C., D. Dupeyroni, N. Galeigoi, V. Cyras, y A. Vázquez, 2004; Miscibilidad de mezclas poliméricas de polihidroxialcanoatos; Revista Iberoamericana de polímeros; Volumen 5(2).
- Sánchez, J. J., 2003; Comportamiento térmico y mecánico del poli(etilén tereftalato) (PET) modificado con resinas poliméricas basadas en bisfenol-A; Memoria doctoral; Dpto. de ciencia de los materiales metalúrgicos; Universidad politécnica de Catalunya.
- Sarmiento J. S., J. S. Kuehny, C. Motsenbocker, and D. Picha; 2000; Development of a Tropical Horticulture, Department of Horticulture, HortScience; 35: 64.
- Sendijarevic V., 2007; Chemical Recycling of Mixed Polyurethane Foam Stream Recovered from Shredder Residue into Polyurethane Polyols; Journal of Cellular Plastics; 43: 31 - 46.
- Stein R. S., 1992; Polymer recycling: Opportunities and limitations; Polymer Research Institute, University of Massachusetts.
- Strasburger, E. 1994. Polímeros y estructuras. Barcelona, Omega. Pág. 1068.
- Torres., L., N. Maffezzoli, J. Kenny, 1993., The plastic ones and the environment., Thermochemica., Acta., 83, 227pp.
- Val Melús M. A., 1985; Estudio de laboratorio para la caracterización como material de firmes de carreteras de los plásticos procedentes del tratamiento de residuos sólidos urbanos; Universidad Politécnica de Madrid.
- Van Der Wal H. R., 1994; New Chemical Recycling Process for Polyurethanes; Journal of Reinforced Plastics and Composites, 13: 87 - 96.
- Vega, J., M. Sibaja, J. Martín, M., Vazquez., P., 2008; Síntesis y caracterización de nanosilices funcionalizadas injertadas con 3-aminopropil trietoxisilano para ser utilizados en adhesivos de poliuretano; Revista Iberoamericana de polímeros;

Laboratorio de polímeros-POLIUNA; Escuela de química; Universidad nacional de Costa Rica; Vol.8(2); pág. 138-140.

Villada H. S., H. A. Acosta y R. J. Velasco; 2008; Investigación de Almidones Termoplásticos, Precursores de Productos Biodegradables; Informavion tecnológica; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agroindustria; Universidad del Cauca; Vol. 19 N°2; pág.: 3-14.

Wales, J., D., 1990; (En línea); <http://es.wikipedia.org/wiki/PI%C3%A1stico#Historia>; (Consultado el 01 de enero de 2009).