

# Algunas aplicaciones de los plásticos en las industrias del empaque y automotriz

Carlos A. Guerrero S., Virgilio A. González G.\*

## ABSTRACT

*The role of plastic materials in the packaging and automotive industries is commented. Specific applications such as poly(ethylene-terephthalate) as gas barrier on the soft-drink bottle industry and low density polyethylene on the flexible packaging industry are presented. The use of polypropylene, high density polyethylene and polyamides are also mentioned.*

**Keywords:** plastic, packaging industry, automotive industry

## INTRODUCCIÓN

Plásticos, palabra que ya desde el Siglo XIX se utilizaba como adjetivo para denotar cualquier material, natural o sintético, con la capacidad de ser moldeado o formado;<sup>1</sup> en la actualidad conserva su significado, sólo que ahora hace referencia a cierto tipo de materiales sintéticos conocidos como Polímeros. Este término, utilizado por primera vez por Berzelius en 1832 para distinguir sustancias con igual composición pero propiedades diferentes,<sup>2</sup> en nuestro uso contemporáneo se refiere a macromoléculas formadas por un número elevado de unidades repetitivas conocidas como meros.<sup>3</sup>

En nuestros días y de acuerdo a lo anterior, se puede considerar a los plásticos como polímeros o macromoléculas sintéticas capaces de ser moldeadas por algún proceso de manufactura. En la industria del empaque, las nuevas generaciones están acostumbradas a ver embutidos, jamones, quesos, carnes, frituras, pan, y un sinnúmero de alimentos empacados en plástico. De igual manera, las bebidas gaseosas, aceites, aderezos, agua purificada, pastillas, y otra gran cantidad de artículos se distribuyen en envases de plástico, ver figura 1. ¿Y qué decir de la industria automotriz? En un pasado próximo, mientras más accesorios metálicos cromados tuviese un coche,



Fig. 1. Ejemplos de productos envasados o empacados en plástico.

más espectacular. En efecto, carrocería, defensas, accesorios diversos, todos ellos metálicos haciendo del auto un vehículo pesado y con consumos energéticos considerables. Hoy, al transitar por las avenidas de la ciudad, vemos cómo los plásticos han sustituido ampliamente a los metales en los vehículos modernos.

Teniendo en mente lo anterior, se plantea como objetivo de este escrito el comentar algunas aplicaciones típicas de los plásticos en las industrias del empaque y automotriz.

## TERMOPLÁSTICOS Y TERMOFIJOS

Retomando la definición de plástico, agregaremos que estos materiales, una vez que se transforman en producto final, son sólidos. Además, en alguna etapa

\* Doctorado en Ingeniería de Materiales, FIME-UANL.  
E-mail: cguerrer@ccr.dsi.uanl.mx


de su manufactura, se deformaron mediante flujo. Precisamente, dependiendo de su respuesta a la aplicación de una carga térmica y mecánica podemos clasificar a los plásticos en dos tipos: termoplásticos y termofijos.

Los termofijos son polímeros que se pueden moldear o formar sólo una vez, ya que solidificados se vuelven infusibles e insolubles. Lo que sucede en este ciclo único de calentar-deformar-moldear es que el material polimérico sufre una reacción química de entrecruzamiento (curado, vulcanizado, reticulado), formándose redes tridimensionales que impiden que el polímero vuelva a fluir al aplicársele una carga térmica. El material de inicio puede ser un polímero que se entrecruza durante el ciclo, o bien monómeros que se transformarán en macromoléculas entrecruzadas al aumentar la temperatura. La desventaja en el uso de estos materiales estriba en la dificultad que presentan para reciclarlos. Ejemplos de termofijos, también llamados resinas, son: los fenólicos, los epóxicos, poliésteres no saturados, melamina, etc.

Los termoplásticos son aquellos materiales poliméricos que bajo la acción de una carga térmica se reblandecen, pudiendo fluir al aplicarles una carga mecánica. Como fluidos, se pueden forzar, bajo presión, y alimentar un molde o pasar a través de un dado y así obtener su forma final. Al cesar la carga térmica se enfrían y solidifican. Para estos materiales se puede repetir varias veces el mismo ciclo, es decir, calentar-hacerlos fluir-alimentar un molde (pasar a través de un dado)-obtener un producto final, el cual no necesariamente tiene que ser igual al del ciclo anterior. Esta característica hace muy atractivos estos materiales, ya que propician su reciclado. Algunos ejemplos de termoplásticos importantes desde el punto de vista industrial son: polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), politereftalato de etilen-glicol (PET), nylon (PA), etc. La Tabla 1 muestra el consumo de estos materiales en

Estados Unidos en el año 2000, así como su aplicación principal.

Tabla 1. Venta total de polímeros termoplásticos en Estados Unidos en el año 2000.<sup>4</sup>

Polímero	10 <sup>6</sup> lbs	Unidad base	Aplicación
Polietileno	33,326	Etileno H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	Película, inyección, soplo
Polipropileno	15,583	Propileno H <sub>2</sub> C=CH   CH <sub>3</sub>	Inyección, fibras
Cloruro de Polivinilo	14,364	Cloruro de vinilo H <sub>2</sub> C=CH   Cl	Extrusión, recubrimientos
Poliestireno	6,575	Estireno H <sub>2</sub> C=CH   	Hules, extrusión, moldeo
Nylon	1,395	Hexametilen-diamina H <sub>2</sub> N-(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -NH <sub>2</sub> Ácido Adípico HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	Automotriz

<sup>4</sup> Monómeros del Nylon 6,6

Las aplicaciones que se comentarán en este trabajo utilizan en su mayor parte materiales termoplásticos.

## INDUSTRIA DEL EMPAQUE

El empaque de un artículo cualquiera debe de cumplir al menos con dos objetivos: (a) debe de hacer atractivo el producto a la vista del consumidor. El artículo puede ser de muy buena calidad, pero para el cliente puede pasar desapercibido en el anaquel si el empaque no le llama la atención, (b) debe de proteger al producto del medio ambiente. En muchas ocasiones, un artículo de calidad se descompone por no haber sido empacado en las condiciones o con los materiales adecuados. Centrándonos en el cumplimiento de este último objetivo, se puede considerar al empaque como una barrera entre el producto y el ambiente, tal y como se presenta en la figura 2.

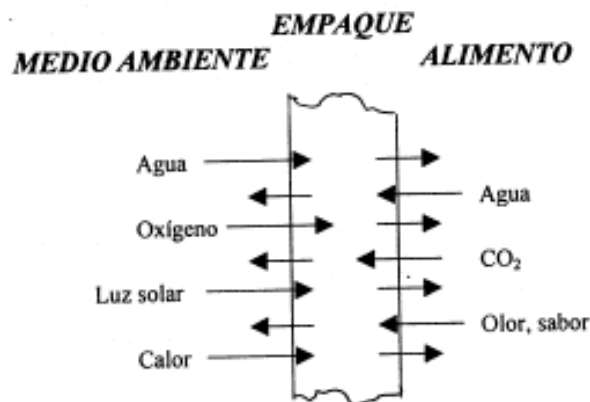


Fig. 2. El empaque como protección del alimento contra el medio ambiente.

Los plásticos se utilizan extensivamente como empaque flexible, semi-rígido y rígido, pero debido a su estructura química y morfológica, no todos protegen de la misma manera a los alimentos. Hay algunos que se constituyen en una barrera excelente a la humedad (polietileno de alta densidad), mientras que otros actúan mejor como barrera al O<sub>2</sub> y al CO<sub>2</sub> gaseosos, v.g., cloruro de polivinilideno, nylon, etileno-alcohol vinílico. Otros guardan el olor y el sabor del alimento empacado, v.g., poliacrilonitrilo, politereftalato de etileno-glicol. Sin embargo, pocos protegen del efecto oxidante de la luz solar. En ese orden de ideas, es claro que no se puede utilizar cualquier plástico para empacar cualquier alimento.

Hay que considerar también que para la selección del plástico de barrera adecuado impactan otros factores como las propiedades mecánicas, ópticas, facilidad de procesamiento y sobre todo costo. El poliestireno, que no presenta ninguna barrera contra la humedad, ni contra el O<sub>2</sub>, se emplea mucho en empaque semi-rígido, sobre todo por sus buenas propiedades ópticas, lo cual implica que los alimentos empacados en este material no estarían muy protegidos contra el medio ambiente. La figura 3 nos muestra el empaque de algunos alimentos con alto contenido de

grasas. Para que estos artículos posean una vida de anaquel considerable, se necesita que el plástico con el que se vayan a empacar tenga una barrera excelente al O<sub>2</sub> ya que éste, al contacto con los lípidos, tiende a oxidarlos, tomando los alimentos el sabor característico a rancio. El empaque debe de poseer además buena resistencia mecánica, ya que es común que el proceso de empacado se realice al alto vacío. La facilidad con la que se selle la película plástica también es importante. Un plástico que cumple con la mayoría de las características mencionadas es el nylon, sin embargo es un material relativamente caro y muy higroscópico. Esto último afecta fuertemente su propiedad de barrera; además es difícil de procesar y sus temperaturas de sellado son elevadas y están dentro de un rango estrecho. Por el contrario, el polietileno de baja densidad (PEBD) es barato, fácilmente procesable y su sellado no presenta ninguna dificultad; posee buenas propiedades ópticas y presenta una barrera razonable a la humedad. Su gran desventaja es de que es permeable al O<sub>2</sub> y a los compuestos orgánicos. Pareciera que una combinación de ambos plásticos solucionaría nuestro problema de empaque.

Una de las opciones que utiliza la industria alimenticia para el empaque de alimentos con alto



Fig. 3. Alimentos grasos empacados en película plástica.

contenido de lípidos es, en efecto, una combinación de PEBD y nylon, proporcionando al producto una vida de anaquel de varias semanas y ¡sin refrigerar! El empaque en este caso, consiste en una estructura formada de varias capas de película plástica de materiales diferentes unidas entre sí formando una especie de sándwich. Para nuestro ejemplo del párrafo anterior, la estructura consta de tres capas. La central es de nylon y posee un espesor tal que proporciona a la estructura las propiedades de barrera. Las otras dos capas, una exterior y la otra interior y en contacto con el alimento, son de PEBD. El sello se realiza sobre esas capas y éstas son las que están en contacto con la maquinaria de manufactura, facilitando de esta manera la operación de empaque. Así, con un empaque laminado o coextruido formando una estructura multicapa, se obtiene la combinación de propiedades necesarias para la aplicación deseada. Ver figura 4.

Lejanos ya aquellos días en los que la leche y las bebidas gaseosas se encontraban sólo en envases de vidrio y gran parte de la latería en envases de acero. El aluminio, junto con los envases de plástico, han ganado terreno a expensas del vidrio y del acero. Así

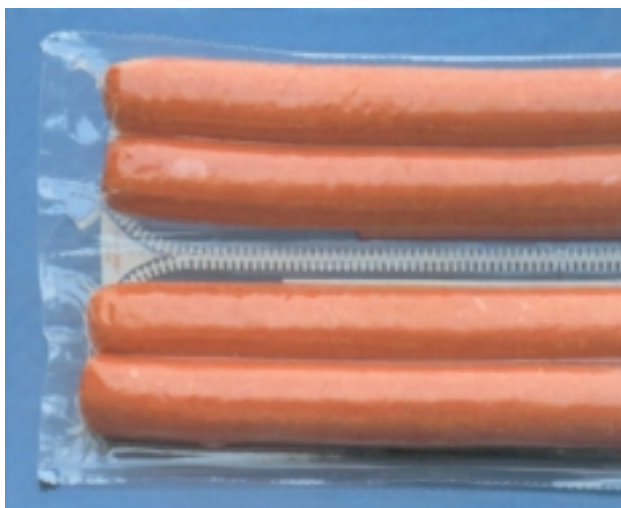


Fig. 4. Salchichas empackadas utilizando una película coextruída en base nylon.

lo demuestra un estudio de mercado realizado por Vitro Envases<sup>(5)</sup> el cual transcribimos en la Tabla II. En éste se pronosticaba que el consumo de envases desechables de plástico aumentaría hasta un 18% en 1999 y esto a expensas de los retornables de vidrio. No se poseen cifras más recientes, pero si observamos nuestro entorno, creemos que las predicciones anteriores se han cumplido con creces.

El plástico más utilizado para envasar bebidas es un poliéster, el politereftalato de etilen-glicol, o simplemente PET, material que posee una barrera excelente a los gases, propiedad que lo posiciona en muy buen lugar en el mercado del envase de bebidas carbonatadas (ver Tabla II). Además posee una muy

Tabla II. Proyección sobre la participación en el mercado mexicano, en porcentaje, de los diferentes envases de bebidas carbonatadas.<sup>5</sup>

	1996	1997	1998	1999
Retornables de vidrio	60	55	52	49
Retornables de polietileno*	26	23	18	15
Desechables de vidrio	4	5.5	7	8
Desechables de polietileno*	6	10	15	18
Latas**	4	6.5	8	10

\* En el artículo hablan de polietileno como el plástico utilizado en el envase. Sin embargo, el material utilizado es politereftalato de etilen-glicol.

\*\* Las latas son de aluminio.

buena transparencia y estabilidad dimensional lo que permite su utilización en el envasado de otro tipo de productos, tal y como se aprecia en la figura 5.a.



Fig. 5. a. Envasado de productos diversos empleando PET.

Otros materiales muy utilizados son el polietileno de alta densidad, PEAD, envasándose en este material agua y leche en presentaciones de galón o medio galón y cloruro de polivinilo, para el sustituto de leche en polvo y aceites, figura 5.b.



Fig. 5. b. Aceites envasados en PVC.

Como comentario general, la diferencia entre el PEBD y el PEAD consiste en su densidad; la del primero situada alrededor de  $0.91-0.93 \text{ gr/cm}^3$  y la del segundo en un rango de  $0.94-0.96 \text{ gr/cm}^3$ . Esto trae como consecuencia un aumento en el porcentaje de cristalización del PEAD, con el consiguiente aumento en sus propiedades de barrera.

## INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Desde los 70's, década en la que se produjo una de las peores crisis de energéticos en el mundo, las tendencias de la industria automotriz se modificaron. Cambios drásticos en el diseño y manufactura de los vehículos automotores condujeron a una mejoría en los procesos de combustión y a una reducción en el peso de los vehículos, lo cual a su vez condujo a una notoria disminución en el uso de combustible.

La disminución en el peso se dio de dos maneras, por un lado las dimensiones se redujeron y por el otro se sustituyó el acero por materiales de menor densidad, aluminio y plástico, básicamente. Así, llegamos a los modelos de la década de los 90's en donde el peso promedio de un auto mediano (Jetta, Cavalier) es del orden de los 1,400 Kg y de ellos, casi el 15% en peso corresponde a materiales plásticos. Esto también se presenta en automóviles de lujo, por ejemplo, un Audi Avant C4 de 1994 pesaba 1396 Kg y de ellos 200 Kg eran de plástico.<sup>6</sup> De los 1365 Kg. que pesa un Porsche 911 Carrera del año 1994, el 15.6% eran de plástico. De ahí 154 Kg están en la carrocería, 35 Kg en el sistema eléctrico, 18 Kg, en el motor y 6 Kg en los sistemas de suspensión y dirección.<sup>7</sup>

Entre los materiales plásticos más utilizados está el polipropileno -alrededor del 2.6% en peso del total de plásticos en el automóvil- el cual se utiliza entre otras cosas, para formar el panel de instrumentos, figura 6, o el ensamble de una sola pieza (que reemplaza a 5 piezas metálicas) formado por la tapa del abanico del radiador, el recipiente para el



Fig. 6. Panel de instrumentos de una Mini-Van Dodge construido en Polipropileno.

refrigerante, y para el líquido de los limpiadores (delantero y trasero) y el túnel de llenado de estos últimos contenedores. También podemos mencionar al nylon –alrededor del 4.3% en peso del total de plásticos en el automóvil- el cual se emplea como soporte a los espejos laterales, volante de la dirección, tapas en las ruedas, etc. Ver figura 7.

El polietileno de alta densidad -0.7% en peso del total de plásticos en el automóvil- se encuentra formando los tanques de una sola pieza para almacenar la gasolina. Otros materiales plásticos como los acrílicos, los policarbonatos, PVC y materiales compuestos, tienen aplicaciones importantes en esta industria, pero limitaciones en cuanto a espacio nos impiden continuar con la descripción.

Como conclusión podemos decir que estos materiales sintéticos llamados plásticos, cuya comercialización data de los cercanos 1950's, han afectado a tal grado nuestro mundo que, tal y como lo conocemos actualmente, difícilmente podría concebirse sin ellos.

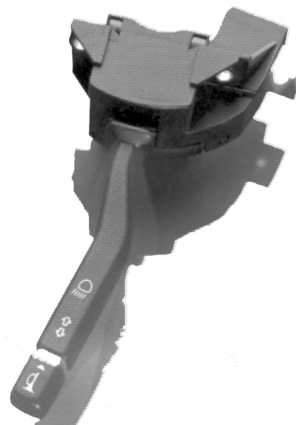


Fig. 7. Palanca para accionar las direccionales de un vehículo fabricada en Nylon.

## REFERENCIAS

1. Jeffrey L. Meikle, American Plastic. A Cultural History, Rutgers University Press, New Jersey (1997)
2. Herbert Morawetz, Polymers. The Origin and Growth of a Science, Dover Publications, New York (1985)
3. Malcom P. Stevens, Polymer Chemistry. An Introduction, Oxford University Press, New York (1999)
4. APC Year-End Statistics for 2000, American Plastics Council (2001)
5. Havis Dawson, Envases desechables de bebidas, Reportero Industrial, Oct. (1994)
6. S. Schäper, H.G. Haldenwagner; Ecological and energy balance with regard to the various materials used in the automobile industry en *Plastics in Automotive Engineers*, editada por H.G. Haldenwagner y L. Vollrath, Hanser Publishers, Munich (1994)
7. G. Horsch, Innovative Plastics Applications on the Porsche 911 Carrera, en *Plastics in Automotive Engineers*, editada por H.G. Haldenwagner y L. Vollrath, Hanser Publishers, Munich (1994)