

Nº 17A
2EJ



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Quimica

*“Alternativa para la sustitución del esta-
ñado del acero por recubrimiento polimérico
como material de envase en la industria
alimenticia”*

T E S I S
*Que para obtener el titulo de
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a*

JOSE LUIS CASAS QUINTOS



México, D. F.

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado:

Presidente Prof. HELIO FLORES RAMIREZ
Vocal Prof. MIGUEL SALOMA TERRAZAS
Secretario Prof. JOAN GENESCA LLONGUERAS
1er. suplente Prof. LUIS FRANCISCO BARRERA GAMBOA
2do. suplente Prof. ANA ISABEL CARRANCO PEREZ

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química y Biblioteca del Instituto de Investigación en Materiales, U.N.A.M.



ASESOR DEL TEMA

Jean Carlos
DR. JOAN GENESCA LLONGUERAS

SUSTENTANTE

Casas Q.
JOSE LUIS CASAS Q.

**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA**

INDICE

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Situación de la Industria Alimenticia Nacional	1
Importancia del Envasado en la Industria Alimenticia	2
	3

CAPITULO 2

EL ENVASE DE HOJALATA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Hojalata	5
Acero Base	5
Estañado	6
Pasivación	7
Lubricación	10
Calibre y Temple	10
Acabados de Superficie	10
Barnizado	10
Fabricación de Envases de Hojalata	11
Manejo de los Envases	12
Esterilización y Envasado Aséptico	14
	15

CAPITULO 3

TEORIA DE LA CORROSION

Corrosión de los Envases de Hojalata	16
Contaminación Metálica de los Alimentos por la Corrosión	21
Prevención de la Contaminación de Alimentos Enlatados	23
Situación Económica del Estaño	24
Situación Económica de la Hojalata	25
	28

CAPITULO 4

MATERIALES METALICOS SUSTITUTOS DE LA HOJALATA PARA ENVASES DE ALIMENTOS

TFS	33
Materiales Metálicos Composite	34
Nuevos Horizontes para el Acero	35
Protección del Acero contra la Corrosión	37
Recubrimientos Orgánicos	38
	39

CAPITULO 5

POLIMEROS	40
Materiales Poliméricos en el Envase de los Alimentos	41
Propiedades Higiénicas	41
Propiedades de Protección	41
Propiedades de Manejo	42
Propiedades Mercadotécnicas y Económicas	42
Formas y Tipos	42
Tablas de Clasificación y Técnicas	47
Recubrimiento por Extrusión	49
Tratamientos Preliminares	50
Características	50
Diagrama de la Línea de Recubrimiento por Extrusión	51

CAPITULO 6

SITUACION ECONOMICA DE LOS POLIMEROS COMO MATERIAL PARA ENVASE DE ALIMENTOS

Situación Mundial	52
Situación Nacional	52
Producción	53
Importación	53
Exportación	54
Consumo y Participación Relativa	55
Análisis por Polímero	60
Proceso de Obtención	
Procesamiento	
Características	
Aplicaciones	
Situación Económica	
Poliétileno de Baja Densidad	60
Poliétileno de Alta Densidad	65
Poli(Cloruro de Vinilo)	70
Poliestireno	75
Poliétilen tereftalato	80
Polipropileno	85

CAPITULO 7

CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91

INTRODUCCION

Ante la casi inminente entrada a un mercado tan importante como el de Estados Unidos y Canadá, con el Tratado de Libre Comercio, en México se plantea la necesidad de aumentar la producción y calidad de productos de exportación de bienes de consumo a partir del aprovechamiento de los recursos naturales del país, procesándolos y agregándoles valor. Esto con el objetivo prioritario de aumentar la productividad, cantidad de exportaciones, obtención de divisas y generación de empleos.

Considerando lo anteriormente planteado, el propósito esencial de esta tesis es, en concordancia con los conocimientos adquiridos en la Ingeniería Química plantear una alternativa de mejora de las propiedades y costos del enlatado de productos de la industria alimenticia, por medio de la sustitución del recubrimiento de estaño sobre el acero para producir la hojalata, sustituyéndolo por un recubrimiento polimérico que permita obtener un material para envase con gran permeabilidad, que posibilite la conservación de los alimentos procesados, ofrezca versatilidad en presentación, facilidad de manejo, transporte, distribución y reciclabilidad del acero.

En este trabajo se analiza la situación actual de la hojalata como material de envase, que a pesar de su alto costo y altas importaciones en la industria de alimentos que requieren o no de esterilización posterior al envasado, es el material más comúnmente utilizado y que aún con la aparición de nuevos materiales como los laminados flexibles poliméricos, películas barrera, latas plásticas, vidrio y aluminio reciclable y otros, la lata de hojalata se sigue utilizando en México, en parte por falta de materia prima y tecnología. Considerando lo anterior, mediante un análisis de la producción, importación, exportación y demanda de la hojalata, se presentan aquí los polímeros alternativos para sustituir el recubrimiento de estaño sobre el acero como alternativa en la construcción de envases que cumplan mejor la función de la hojalata tanto en protección, como en costos.

La alternativa aquí presentada no plantea la sustitución de la hojalata, sino la disminución de los costos de ésta y con ello fomentar la producción de bienes de consumo con mayor valor agregado, apoyando las exportaciones. Si bien esto no deriva directamente en una industria generadora de empleos, si es un eslabón de la cadena productora del país, que fomenta el desarrollo de la industria alimenticia que involucra otras industrias como la agropecuaria, ganadera, pesquera, minero-siderúrgica, petroquímica, que al aprovechar todos los recursos naturales y materias primas nacionales favorece el desarrollo de la economía mexicana.

SITUACION DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA NACIONAL

A partir de 1950 en México se presentó una centralización de la población en las grandes ciudades dando lugar, entre otras cosas, al desarrollo de una industria alimenticia con nuevos patrones de consumo, marcados por la pérdida de los hábitos de consumo regional, los cuales crearon un gran distanciamiento entre los productores y los consumidores que conjuntado con ciertas ineficiencias afecta a la buena alimentación y salud de la población, así como la exportación de productos alimenticios mexicanos.

En la actualidad el país cuenta con recursos naturales suficientes para producir alimentos procesados, pero su explotación y procesamiento no se ha aprovechado al máximo; los productores tanto de media como de alta capacidad presentan grandes pérdidas por mermas tanto en volumen físico como en valor nutricional de sus productos, presentandose pérdidas con porcentajes aproximados de 50% en pescados y mariscos, 25% en frutas y hortalizas y 10% en granos y cereales (1'), esto debido a falta y/o ineficiencias de servicios e infraestructura tanto para recolección, transporte, acondicionamiento, almacenamiento, procesamiento, envasado y embalaje, distribución y comercialización del producto.

Un punto esencial en la industria alimenticia es el envasado y embalaje de los productos, por lo que ha dado lugar a la creación de una gran rama de investigación tanto en materiales y tecnología de empaque y envasado, de la que depende en gran parte el desarrollo de la industria de alimentos procesados. Así, se han desarrollado envases más eficientes en su función, costos, etc., ofreciendo también sistemas de conservación que aseguran mayor disponibilidad, facilidad de transporte de productos tales como pescados y mariscos, carnes, sopas, vegetales, leche, que requieren del proceso de esterilización después del envasado, tanto como aquellos que solo requieren de un envase rígido y hermético como galletas, confitería, polvos, granulados etc.

En la industria alimenticia mexicana, los envases de mayor uso son las latas de hojalata y envases de vidrio. Las investigaciones e innovaciones son muy pocas, aunque ya se utilizan internacionalmente otros materiales para envase como los materiales poliméricos, aluminio y vidrio reciclable, en México la utilización de ellos es reducida debido, principalmente, al insuficiente avance tecnológico que existe en el área de envases, por lo que se importa la mayoría de la hojalata y se produce el vidrio a altos costos, situación que aumenta los costos de producción así como de venta al público.

Por ello es importante el estudio que permita plantear opciones para reducir los costos del envase que afectan directamente a los costos de producción de los alimentos procesados, en particular analizando las posibilidades de sustitución del estañado del acero para producir la hojalata, por medio de recubrimientos poliméricos del acero que proporciona mejores propiedades como envase, a menores costos y utilizando materia prima nacional.

IMPORTANCIA DEL ENVASADO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Como ya se mencionaba antes, un factor de primordial importancia en la industria alimenticia es el proceso de envasado y embalaje de los alimentos, por ello en las dos últimas décadas se han presentado una serie de innovaciones referente a envases y embalaje.

Es conveniente aquí aclarar que se entiende como envase al recipiente destinado a contener, proteger y almacenar un producto alimenticio hasta llegar a manos del consumidor, debiendo cumplir estos tres objetivos durante el tiempo de comercialización del producto. Así también se entiende como embalaje al recipiente destinado a contener y facilitar el transporte y manipulación de un producto alimenticio.

El envase de los alimentos es el componente esencial del envasado y tiene como primordial función el de proteger el producto de deterioros por factores físicoquímicos como alta humedad, alta radiación, oxidación etc, así como de factores físicos como rompimiento por golpes, presión, etc., y de ataques microbiológicos que durante la trayectoria de la producción al consumo puedan disminuir la calidad del producto. El envase cumple también con tareas en el transporte, distribución, información, publicidad, estandarización de enseres domésticos, racionalización y otros.

La perspectiva entonces es que el envase sea utilizado desde la producción hasta el consumo, ofreciendo:

Disponibilidad de todo tipo de alimento en toda temporada.

Evitar el deterioro y pérdidas del producto.

Realizar el envasado-esterilización.

Facilidad de distribución y transporte.

Cumplir con fines mercadotécnicos.

Por ello se puede considerar que las mínimas propiedades que un envase debe cumplir son:

Excelente compatibilidad material de envase-alimento.

Funcionabilidad y facilidad de producción.

Disposición, normalización y legislación.

Posibilidad de etiquetado y/o impresión.

Costos accesibles.

Estas consideraciones dieron lugar a la introducción de todo tipo de materiales poliméricos con la intención de sustituir los materiales tradicionales, lo que impulsó a los fabricantes de envases de hojalata y vidrio a crear alternativas de sustitución como el acero con otro tipo de recubrimiento y vidrio reciclable, con el fin primordial de proveer a la industria alimenticia un material de envase que cumpliera satisfactoriamente los requerimientos a un menor costo para la producción de bienes de consumo con un buen mercado.

Cabe señalar también que la manufactura del envase considera los tipos de alimentos, entre los cuales se distinguen:

-Productos alimenticios perecederos conservados por esterilización, donde el llenado del envase se realiza y se somete a la esterilización para evitar contaminación por microorganismos, el envase debe ser hermético y capaz de soportar presiones y tensiones como resultado del tratamiento térmico.

-Productos sólidos semiperecederos en polvo y en fragmentos envasados herméticamente bajo vacío de nitrógeno, impermeables a la humedad, al oxígeno, olores extraños etc.

-Productos líquidos semiperecederos como bebidas carbonatadas o sin gas, zumos, aceites, etc., donde se debe mantener la presión y la ausencia de oxígeno.

EL ENVASE DE HOJALATA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

HOJALATA.

Se llama así al material formado por una delgada lámina de acero de bajo contenido en carbono con espesores comprendido en el intervalo de 0.1mm a 2.5mm recubierta por ambos lados con estaño con espesores diversos según la utilidad y método de estañado aplicado. A principios de siglo, toda la hojalata se producía por el proceso de inmersión en estaño fundido, donde el acero sumergido en estaño fundido obtenía un recubrimiento grueso y disperejo que no cumplía con los requerimientos deseados. Hoy en día el 94.8% de la hojalata se realiza por deposición electrolítica de una capa de estaño sobre un acero especial de bajo carbono, proveyendo una cantidad de estaño específica según el uso deseado, complementario al estañado se aplica una película de pasivación o barniz.

La clasificación de la hojalata se realiza en función de las características de sus componentes base que son:

Acero base.

Recubrimiento de estaño.

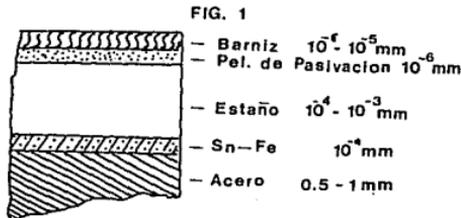
Pasivación y lubricación.

Calibre y temple.

Acabados de la superficie.

Propiedades anticorrosivas, compatibilidad con los alimentos y propiedades especiales

La figura 1 muestra un esquema tradicional que presentan los componentes base de la hojalata.



ACERO BASE.

El acero utilizado es uno especial de bajo contenido en carbono: Se produce por el proceso de colada continua que evita la segregación de impurezas y consigue un material más homogéneo, mejorando las características químicas del acero y su comportamiento en cuanto a su resistencia a la oxidación, es laminado en frío el cual repercute sobre las características mecánicas del acero embobinado con el espesor deseado, cumpliendo con las normas ASTM A623-77, A624-76 y A630-68 que especifican los tipos de acero que pueden utilizarse para envases que son:

ACERO TIPO.

MR El más utilizado en fabricación de hojalata por bajo contenido en metaloides y elementos residuales.

MC Mayor resistencia mecánica y temple por contenido de fósforo, no tan resistente a la corrosión.

D Acero colmado con aluminio, útil para embutidos por mejor pasivación ante su ataque corrosivo.

L Mayor resistencia a la corrosión por el bajo contenido en metaloides y elementos residuales.

La composición básica presentada por este tipo de aceros son: Carbono 0.15%-0.12%, Manganeso 0.30%-0.50%, Azufre 0.05%, Fósforo 0.15%, Silicio 0.01% y Cobre 0.06%.

El acero a utilizar es preparado para realizar el estañado correspondiente. En la actualidad el proceso que se realiza es el del estañado electrolítico diferencial donde el acero base recibe los siguientes tratamientos:

-Laminación en frío y obtención del espesor deseado a partir de la lámina embobinada en forma automática con espesores dentro del intervalo de 0.10mm-2.5mm, para espesores menores se realiza una doble reducción para materiales muy endurecidos y fuertemente anisótropos reduciendo el costo de materia prima.

-Limpieza de la superficie en un baño alcalino para remover rebabas y aceites contaminantes del proceso de laminación en frío.

-Tratamiento térmico que reduce las tensiones internas y recristaliza la estructura del metal, modificando la rigidez y lo quebradizo que se pone el acero al realizar el laminado; la dureza deseada se obtiene con el control de las temperaturas.

-Laminado final de temple, donde se homogeneiza la superficie proporcionando mayor rigidez y acabado superficial, paso fundamental para proporcionar buenas características mecánicas para la fabricación de envases.

Con estos tratamientos básicos el acero queda listo para el proceso de estañado.

ESTAÑADO.

El estañado es el proceso por el cual un metal es recubierto por una capa de estaño. El estaño por su propiedad de ser un metal de bajo punto de fusión, muy maleable y no tóxico para los alimentos y el ser humano, su principal uso es para la producción de hojalata, donde su principal función es ser el material en contacto con el alimento y de proveer de una protección de sacrificio, ya que el recubrimiento de estaño actúa como un ánodo de sacrificio y éste es el atacado por la corrosión y no el acero, evitando de esta forma la contaminación de los alimentos por los metales que se liberan cuando sufre corrosión el acero; el estaño utilizado para la hojalata es un metal blanco plateado y brillante con una composición química y especificaciones estipuladas por la norma ASTM B 339-72 el cual da la siguiente clasificación:

Grado ASTM	A		
Grado comercial	A		
Clase	Standard		
Estaño mínimo	99.80%	Con las tolerancias máximas de impurezas contenidas de:	
Antimonio	0.045%	Arsénico	0.040%
Bismuto	0.015%	Cadmio	0.001%
Cobre	0.040%	Hierro	0.015%
Plomo	0.050%	Ni-Co	0.015%
Azufre	0.015%	Sinc	0.005%

El estañado del acero se realiza actualmente por medio de electrodeposición, en un proceso continuo el cual es flexible y capaz de aplicar recubrimientos de 250nm a 2.5mm en uno o ambos lados a diferentes espesores (estañado electrolítico diferencial), el cual es nuevamente fundido para bajar el nivel de porosidad dando un aspecto de brillo y un enganche mejor del estaño al acero, éste puede ser aplicado a partir de soluciones ácidas o alcalinas, en donde la composición del electrolito define las condiciones y detalles de operación. Los cuatro procesos más conocidos son:

Estañado a partir de un electrolito alcalino, usualmente conteniendo un estannato alcalino y el hidróxido aplicable para el recubrimiento.

Estañado ácido por el proceso Ferrostan que deposita el estaño de una cuba electrolítica constituida de ácido sulfúrico-sulfato estannoso.

Estañado ácido por el proceso halogenado de DuPont donde es un electrolito basado en un sistema cloruro-fluoruro.

Estañado por proceso fluoroborato a partir de un electrolito de fluoroborato estannoso.

Por el hecho de que en sistemas ácidos no se requiere que los iones estannosos se oxiden a iones estannicos, lo que solo requiere la mitad de corriente para depositar un gramo de estaño respecto a sistemas alcalinos y trabajar a temperaturas medias, el proceso más comúnmente utilizado es el proceso ácido de Ferrostan, del cual en la tabla 1 se presentan las condiciones de operación y composiciones de la cuba electrolítica para realizar el estañado por medio de este proceso.

Convencionalmente el espesor del estaño depositado es descrito por el peso de estaño distribuido uniformemente en una "caja base" que es contenido en una área superficial de 112 hojas cada una de 0.36m * 0.51m que resulta una superficie de 20.56m²; en la actualidad los espesores están normalizados y se designan por un código de letras que designan el tipo de hojalata, seguida del peso de estaño en gr/m², también existe un sistema por medio de trazos finos impreso sobre la superficie antes del tratamiento de fusión.

En el estañado se agregan aditivos orgánicos que favorecen principalmente a que se obtenga un deposito de estaño fino, compacto pero con porosidad que se elimina con un tratamiento de fusión. El tratamiento es térmico e instantáneo, con esto se forma una delgada película intermetálica de FeSn₂ la cual modifica las cualidades de resistencia a la corrosión, pero a la salida del horno un enfriamiento controlado propicia que se forme óxido de estaño que desfavorece la adherencia del barnizado. Para controlar la formación de éste óxido, se le aplica a la hojalata un tratamiento de pasivación.

CONDICIONES DE OPERACION Y COMPOSICIONES DEL ESTAÑOADO POR EL PROCESO ACIDO DE FERROSTAN

El proceso ácido de Ferrostan esta basado en una cuba electrolítica de sulfato ácido de estaño-sulfato estannoso; la temperatura para los electrolitos utilizados es de 21 a 38C (70 a 100F) por lo que no requiere de calentamiento, en caso de un aumento de la temperatura que afecte a los constituyentes de los electrolitos se realiza un enfriamiento a las temperaturas indicadas; la densidad de corriente catódica es de 1 a 10 A/dm² (10 a 100A/ft²), las composiciones de los constituyentes de la cuba electrolítica son las siguientes:

TABLA 1

COMPONENTE	CANTIDAD		LIMITES DE OPERACION	
	g/L	oz/gal	g/L	oz/gal
Sulfato estannoso	80	10.6	60-100	8-13
Estaño metalico, como sulfato	40	5.3	30-50	4-6.5
Acido sulfúrico libre	50	6.7	40-70	5.3-9.3
Acido fenolsulfúrico *	40	5.3	30-60	4-8
Beta-naftol	1	0.125	1	0.125
Gelatina	2	0.25	2	0.25

* El ácido fenolsulfúrico es el más utilizado, sin embargo puede utilizarse tambien el ácido cresolsulfónico con excelentes resultados.

PASIVACION.

Es un tratamiento de la superficie que reduce y reemplaza los óxidos formados, por una capa mejor definida de cromo y óxidos que regulariza el comportamiento de la hojalata. Se efectúa pasando la lámina por una sucesión de baños electroquímicos dependiendo del uso de la hojalata.

LUBRICACION.

La lámina de hojalata es sometida, finalmente, a una pulverización de lubricante que asegura una protección adicional contra la oxidación y preserva la película de pasivación de rozaduras que la dañen.

CALIBRES Y TEMPLE.

Este punto se refiere con normas técnicas que rijan en el país con relación a dimensiones y tolerancias para usos comerciales de la hojalata, requerimientos mecánicos, de presentación, embobinado etc. Por ejemplo el espesor en unidades de peso/unidad. Temple se refiere a que todas las deformaciones ligadas a los procesos de fabricación de los envases de hojalata define las propiedades mecánicas del acero como la dureza, rigidez y ductibilidad, que constituyen la formabilidad del material y en función de la dureza se designa un temple y utilidad específica.

ACABADOS DE SUPERFICIE.

Comúnmente se realizan por medio de rodillos sobre el material en la etapas finales. Por la comercialización se tienen las siguientes acabados:

- Brillante.* Por medio de rodillos muy pulidos se obtiene la apariencia común de la lata.
- Mate.* No se pasa por rodillos, se usa para tapón-corona de envases de vidrio comunmente.
- Plata.* Usado en utensilios del hogar.
- Piedra.* Por orientación del rayado favorece la resistencia a la abrasión.

BARNIZADO.

Después del acabado de superficie para la protección del interior del envase se aplica un recubrimiento con un barniz orgánico sanitario, formado por una resina base y solventes auxiliares, que al reaccionar y disolverse respectivamente con la superficie forma una película sólida sobre el metal, esto da una protección extra contra la corrosión interna de la hojalata, por lo que es importante tanto su selección como aplicación para poder cumplir con:

- Buena adherencia al metal.
- Compatibilidad con los alimentos.
- Resistencia a procesos de esterilización.
- No ser tóxico, ni impartir sabor o color al alimento.

Los barnices más corrientes son del tipo epoxy-fenólicos, pero también se utilizan barnices oleorresinosos, vinílicos, acrílicos y poliéster.

PROPIEDADES ESPECIALES.

Se aplican en composiciones y/o condiciones especiales de tipo de hojalata para usos muy específicos; por ejemplo en aspectos corte de la plancha, calibrado, empaquetado, embalaje, embobinado etc.

FABRICACION DE ENVASES DE HOJALATA

La estructura del envase convencional consta de tres partes esenciales: el cuerpo, la tapa y el fondo.

-Cuerpo. Es la parte que le da forma base al envase, siendo comunmente un cilindro o un paralelepípedo.

-Fondo. En relación al lado por donde se abre, es la parte inferior del envase cuando éste permanece en posición correcta en relación a la etiqueta o inscripción.

-Tapa. Es la parte por donde se abre comunmente.

El mecanismo de construcción del envase se realiza en un proceso automatizado, existen envases de tres y dos piezas donde las etapas de construcción son básicamente:

A. Envases de tres piezas con soldadura de estaño/plomo.

Se realiza un cortado de las hojas de hojalata en zigzag para fabricar las tapas y fondos, por medio de un troquelado y una serie de prensas rápidas. Se les realiza un rebordeado para acentuar el doblado del borde hasta un ángulo de 45 grados constituyendo el ala o rizo de la tapa; se les aplica un compuesto de cierre, por medio de una boquilla a presión en los bordes, el cual se estabiliza mediante un horno de secado, se embalan y/o apilan para su próximo uso.

El cuerpo se obtiene a partir del corte de hojalata, se toman mediante ventosas para eliminar la tensión interna, se curvan los cantos del pliegue, se curva el corte y se pliegan por una serie de rodillos; el cierre se suelda por una técnica donde se realiza un precalentamiento de la zona a soldar, decapado, aplicación de la soldadura y calentamiento posterior para mayor penetración de la soldadura, se enfrían y se limpian las uniones. Se rebordea o pestañean las extremidades de los tubos que se obtienen.

Por último se une el cuerpo con el fondo quedando listo el envase para ser llenado y posteriormente tapado. Las velocidades de fabricación varían de 600 a 700 envases por minuto.

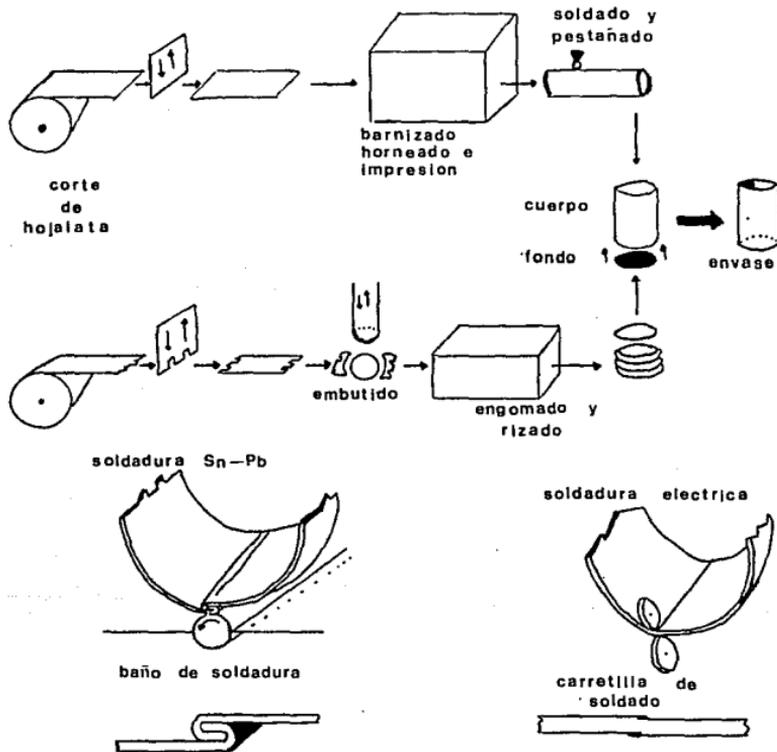
B. Envases de tres piezas con soldadura eléctrica

Es una técnica muy similar, que desde hace varios años viene sustituyendo la soldadura clásica de estaño/plomo, el cual elimina el uso de plomo, y la zona soldada eléctricamente eli-

mina el sobreespesor de metal a nivel de la costura del cuerpo, recibiendo una capa de barniz aplicado por pulverización que protege la soldadura contra la oxidación, mejorando la velocidad de fabricación y presentación del envase.

La figura 2 muestra un esquema de una línea de fabricación de envases de hojalata de tres piezas y los tipos de soldadura.

FIG. 2



C. Envases de dos piezas.

Su principal ventaja es la ausencia de la costura lateral, ya que gracias al uso de potentes prensas con varias estaciones, el cuerpo y el fondo se forman de un solo elemento, lo que proporciona una garantía de hermeticidad superior al de tres piezas puesto que no tiene soldadura y solo una tapa, este envase también puede ser litografiado por la técnica normal y en envase ya formado. Se puede fabricar utilizando distintas tecnologías según sus dimensiones de diámetro y altura, los cuales se clasifican en:

--Embutido. Para envase de altura pequeña con relación altura/diámetro menor de 0.6.

--Embutido-reembutado.DRD. Para envases de mayor altura con dos embuticiones para relación inferior a 1.3 y tres embuticiones para relación mayor a 1.4 .En esta técnica una primera prensa efectúa a partir de tiras cortadas un esbozo de poca profundidad, la segunda prensa realiza la forma del fondo y posteriores embutidas son para afinar la forma; esta técnica utiliza material barnizado por ambas caras donde el barniz actúa como lubricante.

--Embutidos-estirados.DWI. En la fabricación de estos envases se utiliza la técnica de estirado del metal del cuerpo reduciendo así considerablemente su espesor con relación al metal base, lo que da lugar a que los envases presenten poca resistencia a un posible vacío interior. Por ello, la utilización se orienta sobre todo a cerveza y bebidas carbonatadas.

MANEJO DE LOS ENVASES

El manejo de los envases vacíos debe realizarse evitando todo tipo de golpes o presión que provoque deformación en el cierre hermético, rayado en el barnizado y litografiado de la superficie que se pueda corroer, mala presentación etc. El almacenamiento debe ser en un lugar libre de humedad y temperaturas que estimulen la corrosión y contaminación del envase. Antes de usarse para el llenado se lava a chorro de agua de 95C-100C y se seca posteriormente.

El envase lleno se maneja de una forma similar, apoyándose con transportadores donde se involucre el cuerpo y no las tapas evitando todo tipo de contaminación. El llenado no debe excederse y debe permitir un espacio libre según las regularizaciones existentes, el vacío interior influye en la calidad del producto final por lo que se debe obtener el más elevado posible, en función de la resistencia del bote a la deformación, con esto se permite un espacio para los gases que pueden obtenerse en el proceso de esterilización o almacenamiento.

El cerrado posterior al tratamiento de esterilización o envasado aséptico se puede realizar en agua caliente a una temperatura de 60C a 80C o al alto vacío.

ESTERILIZACION

La esterilización en el envasado de alimentos se realiza para destruir los microorganismos que alteran el producto después de procesarlo por medio de altas temperaturas sin dañar el producto, por ello la importancia del material de envase de resistir temperaturas entre 85C a 95C, resistir presiones altas que provoquen tensiones del material y provoque un cierre no hermético. Existen dos tipos de esterilización:

Esterilización con agua. Debe utilizarse agua con bajo contenido en sales para evitar depósitos que favorezcan la corrosión externa, así como un buen sistema de regeneración del agua a utilizar.

Esterilización con vapor. Debe tenerse cuidado con las condiciones del vapor ya que a su condensación las gotas formadas sobre el envase son alcalinas y pueden dañar el estañado o litografiado, lo mismo al enfriarlo debe ser rápido para evitar fatigas o el eventual desarrollo de microorganismo termófilos; el enfriamiento se lleva hasta 40C para poder autosecarse y evitar una corrosión externa.

ENVASADO ASEPTICO.

Esta técnica de envasado presenta la ventaja que incrementa la destrucción de microorganismo y la conservación de los alimentos (15'), es una fase complementaria imprescindible de los procesos higienizadores o de conservación, entre los que destacan la pasteurización y la esterilización con el juego simultaneo de temperaturas y tiempos precisos para cada tipo de producto, sin olvidar la importancia que en la fase final tiene el sistema de cierre y las circunstancias de su entorno.

Lo básico de este tipo de envasado es que todo se realiza en condiciones estériles. Es un proceso continuo de calentamiento-enfriamiento en un mismo circuito del producto que sin solución de continuidad se envasa, cápsula y/o cierra en otro circuito herméticamente cerrado y estéril, con un mayor ahorro de energía y escasa necesidad de personal y de espacio de las instalaciones.

El proceso de envasado aséptico se inició en el ámbito de los envases metálicos por el proceso de atmósfera de vapor caliente para envases metálicos (Método Martin-Dole) y hacia la década de los sesenta se introdujo el procedimiento del peróxido de hidrógeno utilizando materiales de envasado poliméricos.

TEORIA DE LA CORROSION

La corrosión se puede definir como la destrucción o deterioro de un material por la reacción con el ambiente que lo rodea. La corrosión estrictamente metálica es aquel proceso químico o electroquímico en el cual los átomos de la superficie de un sólido metálico reacciona con las sustancias que lo rodean; el medio corrosivo suele ser un líquido comúnmente aunque puede ser un gas o hasta un sólido.

Todas las superficies metálicas se corroen en alguna medida por el ambiente que lo rodea. La corrosión del acero es un asunto particular por las pérdidas anuales que se tienen por lo que es bueno saber identificar que tipo de corrosión presenta el material y su posible anulación. Por ello se presenta la mención de los diversos tipos de corrosión que pueden presentarse que son:

- Electroquímica.* Corrosión ocurriendo por ataque del metal en un medio iónico
- Reacción química.* Corrosión que tiene lugar por la disolución o la reacción de un metal y el medio químico corrosivo.
- Hendiduras.* Corrosión acelerada por una diferencia de concentración de un ion u otra sustancia disuelta, (oxígeno principalmente).
- Erosión.* Corrosión acelerada por el flujo de líquidos o gases.
- Bajo tensión.* Corrosión acelerada o activada por estres o fatiga.
- Filiforme.* Corrosión que produce porosidad y agujeros en la estructura del metal.
- Intergranular.* Corrosión que se produce a lo largo de los bordes de grano

El tipo de corrosión más común a temperatura ambiente es la electroquímica, que es del tipo que sufre la hojalata; la corrosión electroquímica de los metales en un ambiente natural, atmosférico, agua etc. es causada por el flujo de electricidad de un metal a otro, o desde la superficie metálica a otra parte de la misma superficie donde las condiciones permiten el flujo de electricidad; así para que se realice el flujo de energía se necesita de un conductor sólido ó un electrólito; el electrólito es una solución conductora de electricidad conteniendo

iones que son partículas atómicas o anillos completos con carga eléctrica, los iones están presentes en soluciones ácidas, alcalinas o salinas. La presencia de un electrólito es esencial para que ocurra la corrosión. Los factores esenciales para que ocurra la corrosión son:

- Un electrólito.
- Una región o área de la superficie metálica con carga negativa,(ánodo).
- Una segunda región con carga positiva.(cátodo)
- Un conductor eléctrico conectado entre las regiones.

Estos componentes son arreglados para formar un circuito eléctrico cerrado como se puede observar en la figura 4, donde durante la corrosión metálica la velocidad de oxidación es igual a la velocidad de reducción. Se presenta la reacción de oxidación en el ánodo que es indicada por un incremento de la valencia o una producción de electrones. La reacción de reducción se realiza en el cátodo que es indicada por un decremento de la valencia o el consumo de electrones. Como las reacciones anódicas y catódicas que ocurren durante la corrosión son mutuamente dependientes, es posible reducir la corrosión si se reduce la velocidad de estas reacciones.

Si la superficie del metal es cubierta por una pintura u otra película no conductora, las velocidades de reacciones de los electrodos pueden ser altamente retardadas por lo que la corrosión puede ser controlada. Un inhibidor de la corrosión es una sustancia que funciona como interferencia entre las reacciones catódicas, anódicas o ambas. Varios de estos inhibidores son compuestos orgánicos que forman una película aislante entre la superficie del metal y el medio corrosivo, o también la retención de la reacción de formación de hidrogeno como lo realizan las aminas de alto peso molecular, lo que detiene la corrosión.

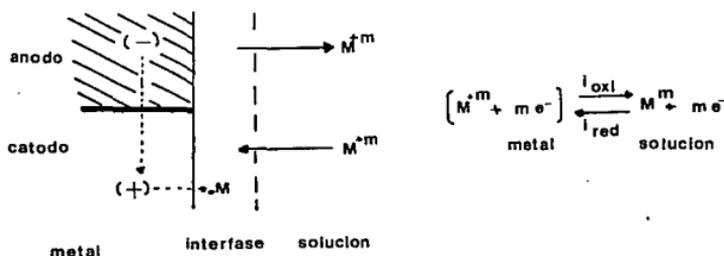
Las condiciones corrosivas más comunes se dan cuando están presentes oxígeno y agua, comúnmente lo que ocurre con el acero; la corrosión rápida puede presentarse en el agua y es acelerada por factores de la velocidad y/o acidez del agua, movimiento del metal, el incremento de la temperatura, aeración y la presencia de ciertas bacterias.

Así, sea cual fuere la velocidad o control, la consecuencia final y perjudicial de la corrosión es la disolución del metal que actúa de ánodo, con la incorporación de iones metálicos al medio electrolítico, al tiempo que el metal que actúa de cátodo permanece inalterado y se produce, sobre él, la descarga catódica de las especies iónicas del medio, susceptibles de reducirse.

Para entender esta teoría debe conocerse que cada reacción sobre la superficie del metal se caracteriza por un potencial de óxido-reducción nombrado potencial de electrodo.

Un metal al momento de sumergirse en un electrólito, por la diferencia de potenciales químicos de los iones en la superficie metálica y en la solución inicia un intercambio continuo de iones metálicos. En el momento de la inmersión el potencial químico de los iones del metal y en la solución serán distintos. Si la solución esta prácticamente exenta de iones metálicos, predominará la reacción de disolución dado que la energía libre de los iones hidratados es menor. Al perder cationes la superficie metálica se carga negativamente y la solución positivamente lo que crea un campo eléctrico normal a la interfase que tiende a oponerse a la reacción que lo ha originado. Cuando la tensión del campo eléctrico compensa la variación de energía libre molar parcial de los iones en el retículo cristalino se instaura un equilibrio dinámico entre las reacciones redox. Esto es, un metal dentro de un electrólito puede considerarse en equilibrio, cuando existe una transferencia catiónica en ambos sentidos a través de la interfase metal-solución o sea las velocidades de las reacciones involucradas son iguales como se muestra en la figura 3.

FIG. 3



$$i_{\text{ox}} = i_{\text{red}} = i_0$$

siendo i_0 la corriente de intercambio, en donde la concentración de reactivos no cambia con el tiempo. La diferencia de potencial del sistema es el potencial de equilibrio y se conoce como potencial reversible, se toma como electrodo de referencia el electrodo de hidrógeno, de esta forma se establece el potencial normal de cada sistema metálico; con esto se puede obtener que la energía libre de un sistema electroquímico varía al variar la concentración iónica de la solución. De la misma forma también varía el potencial de electrodo cuyo valor viene determinado por la ecuación de Nerst.

$$E_{rev} = E^{\circ} + RT/nF \ln a_{ox}/a_{red}$$

donde:

E° = potencial normal de electrodo

R = constante de los gases.

F = constante de Faraday.

n = electrones transferidos en la reacción.

a_{ox} , a_{red} = actividades de las especies oxidadas y reducidas.

El potencial de electrodo de una reacción depende de la interfase de toda especie química que pueda modificar el campo eléctrico del sistema, la condición termodinámica fundamental para que la corrosión se lleve al cabo espontáneamente es que el potencial reversible de la reacción catódica de reducción sea mayor que el correspondiente a la reacción de oxidación. La diferencia entre ambos potenciales es la fuerza electromotriz FEM de la celda galvánica creada, constituye por lo tanto el trabajo motriz disponible para que tenga lugar el proceso. La velocidad de la corrosión de una celda galvánica a una FEM dada es función de la polarización del proceso anódico y catódico, o sea de los valores de la corriente de intercambio y de la pendiente de la curva de polarización de los semielementos galvánicos, por lo que el proceso de corrosión puede estar bajo control catódico, anódico o mixto.

La cinética de una reacción de corrosión según el modelo de la celda galvánica puede presentarse en las cuatro etapas distintas sincronizadas que son:

-Oxidación del metal M en la interfase anódica con cesión de electrones a la matriz metálica.

-Reducción de especie en la interfase catódica tomando electrones de la matriz metálica.

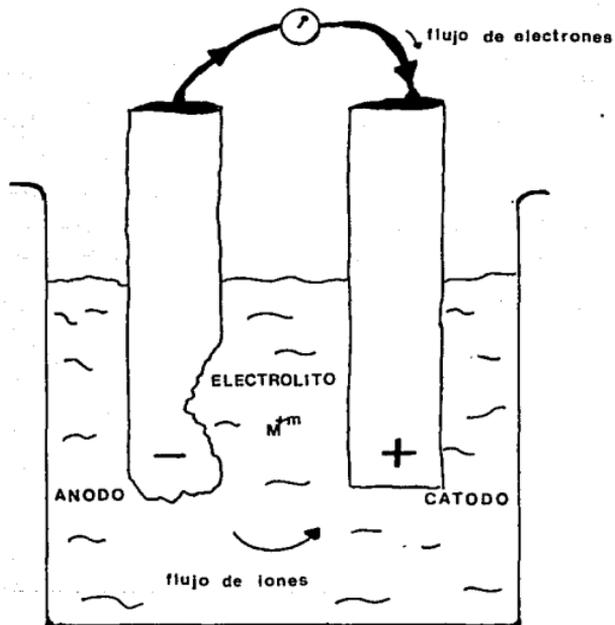
-Transferencia de electrones de la zona anódica a la catódica a través de la masa metálica.

-Transferencia de iones de la zona anódica a la catódica, a través de la masa del electrólito.

El proceso de corrosión se esquematiza en las figura 4.

ESQUEMA DEL PROCESO DE CORROSION

FIG. 4



CORROSION DE LOS ENVASES DE HOJALATA

Las características de la corrosión de la hojalata dependen de su calidad y el medio que lo rodea. Si ésta es expuesta en una atmósfera húmeda o agua, presenta deterioros cuando el hierro es expuesto por la porosidad o abrasión del recubrimiento de estaño. El potencial de corrosión del hierro es anódico respecto al estaño, y éste acelera la corrosión del hierro. Un mecanismo diferente de corrosión se presenta en el interior de los envases de hojalata ya que no es estable totalmente al contacto con los alimentos, por lo que se limita un poco el tiempo de vida útil de la conserva, la corrosión se muestra en la perforación del envase al abombamiento como consecuencia de producción de hidrógeno, desestañado parcial y contaminación del alimento.

Las condiciones internas del envase, así como el oxígeno libre presente con los productos alimenticios cambia los relativos potenciales de corrosión del estaño y acero. La corrosión de la hojalata es una función de la actividad catódica del acero base, la capa de estaño, la capa estaño-hierro y la concentración del ion estannoso; estos fenómenos de corrosión son también consecuencia de las estructuras discontinuas de la superficie lo que permite el contacto entre el alimento que actúa como electrólito y los distintos metales constituyentes, con la consiguiente formación de pilas galvánicas que establece un proceso de paso de corriente conjunta cuya orientación depende de las características físico-químicas del sistema envase-alimento.

Por la presencia de estaño y hierro el sistema se puede simplificar con buena aproximación al sistema $E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V} : E^{\circ}(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.13\text{V}$. Por los valores presentados se esperaría que el hierro actuara como ánodo y el estaño como cátodo, sin embargo al considerar alimentos ácidos la mayor parte de los casos el estaño funciona como ánodo y el hierro como cátodo, así el estaño se disuelve y el hierro permanece con deposiciones y las reacciones de formación de hidrógeno.

El comportamiento del estaño como ánodo de sacrificio es la base de la protección electroquímica del acero y causa de la baja corrosión de la hojalata. La explicación del cambio de polaridad del estaño respecto al hierro se basa en la formación de complejos de los iones solubilizados con los aniones orgánicos presentes en el medio. La diferencia grande entre la mayor área de estaño respecto a la del hierro la cual crea una corriente eléctrica que polariza o cambia el potencial del acero a un valor muy cercano al del estaño, así cuando el acero es catódicamente polarizado hasta el potencial del estaño la reacción de disolución del hierro es eliminada. El mecanismo de corrosión de la hojalata se puede describir en los siguientes pasos:

a. El estaño es inerte al ataque químico directo, pero tiene un comportamiento anódico respecto al acero debido al elevado sobrepotencial de descarga de hidrógeno del estaño con respecto al hierro como se muestra por los datos de densidad de corriente de intercambio del hierro el cual es de $10E-6$ A/cm², en cambio la del estaño es de $10E-8$ lo que denota la mayor polarización del estaño sobre el hierro y a la capa estaño-hierro en sistemas ácidos con oxígeno-libre disuelto.

b. La disolución del estaño es causada por la acción galvánica del sistema estaño-acero, incluyendo todos los componentes.

c. El acero y aleaciones reciben protección catódica, son polarizados por el potencial del estaño lo que elimina la disolución de éstos.

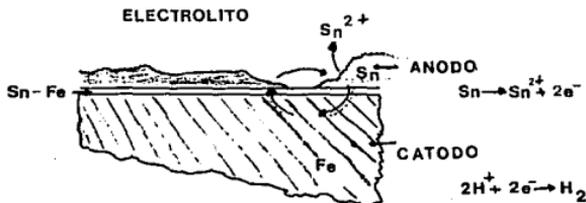
d. El ion estannoso, resultado de la disolución del estaño, es un excelente inhibidor del acero, ya que la presencia de este ion permite la polarización del acero con una corriente pequeña y disminuyendo la corrosión del estaño.

e. La velocidad de la disolución del estaño es determinada por el área y actividad catódica del acero en contacto con el estaño, la capa de aleación estaño-hierro, así como la cristalización y continuidad del estañado, la película de pasivación, barniz sanitario etc.

La figura 5 nos presenta un esquema del proceso de corrosión de la hojalata.

La corrosión de los envases de hojalata se presenta también por picaduras debida al efecto de los barnices aplicados ya que la proporción relativa de áreas de estaño y hierro queda más equilibrada y dificulta la función del estaño como ánodo de sacrificio, la velocidad y magnitud depende también del alimento en relación de acidez, presencia de sustancias como por ejemplo nitratos por la excesiva fertilización de frutas y hortalizas, oxígeno, azufre, proceso de la fabricación de la conserva, como es el grado de vacío y el espacio libre de la cabeza del envase para la reducción de presencia de oxígeno en el envase, almacenamiento y manejo del producto como es el tiempo de vida del alimento, la estiba, cambios de temperatura, agitaciones, golpes etc.

FIG. 5



CONTAMINACION METALICA DE LOS ALIMENTOS POR LA CORROSION DE LA HOJALATA

Con el conocimiento de que la hojalata es un material formado por una delgada lámina de acero de bajo contenido en carbono con espesores comprendido en el rango de 0.10mm a 2.5mm recubierta por ambos lados con estaño con espesores diversos según la utilidad y método de estañado aplicado, se deben de considerar los aspectos contaminantes que produce la corrosión de la hojalata, por lo cual se deben cumplir con las exigencias toxicológicas y tecnológicas, respetando las normas de la salud pública mundial y nacional que imponen a la vez una calidad mínima que cumplir que repercute en la comercialización de los productos alimenticios. Los contaminantes más comunes en envases de hojalata para alimentos son:

Estaño:

Por la consideración que es el único metal no tóxico, en la mayoría de los casos se incorpora a los alimentos enlatados, pero la cantidad promedio no afecta al organismo por lo que la Organización Mundial de la Salud no ha establecido una dosis letal de ingestión, pero sin embargo es necesario establecer un límite de tolerancia para la buena calidad de los alimentos enlatados y de salud ya que la pequeña dosis ingerida no se absorbe con facilidad y toda es expulsada por medio de la orina, en la actualidad existe un límite que es de 250mg/Kg, basado para que la tecnología de producción de envases de hojalata no exceda la contaminación del alimento por metales.

Plomo:

Por el proceso de envasado se ha puesto de manifiesto que en los envase de hojalata convencionales de tres piezas, los alimentos se contaminan con plomo por la corrosión de las soldaduras utilizadas, así como el que contiene el alimento por acarreo por lo que existen siempre trazas de este metal, sin embargo la ingestión continua de este elemento aunque sea a bajas concentraciones, durante largos períodos puede acumularse a un nivel ya tóxico. Por ello la FAO/OMS sobre aditivos alimentarios normalizo un límite a la ingestión de plomo cifrado en 3mg/semana.

Hierro:

Su principal contaminación es la pérdida total de la calidad por alteración del sabor del alimento, así como efectos sobre el envase que lo lleva al final de vida útil de la conserva, referente a los niveles alcanzados no ocasionan problemas graves de salud, lo que si se presenta es que como resultado del proceso de envasado y siendo componente natural de los alimentos sufre un aumento en su concentración lo que se refleja en su sabor y aspecto .

PREVENCION DE LA CONTAMINACION DE ALIMENTOS ENLATADOS.

Por lo visto anteriormente se nota que la contaminación ocasionada por la corrosión en envases de hojalata no es anulada al 100%, pero si puede ser minimizada hasta límites razonables considerando aspectos importantes del proceso de fabricación de alimentos procesados como son:

- Análisis del producto a envasar, considerando su poder corrosivo en relación de su pH, composición química, sustancias catalizadoras de la corrosión como por ejemplo NO_3^- que deben considerarse desde el procesado del alimento.

- Elección del material del envase adecuado, esto en función de lo que va a contener, se define el espesor del acero y estaño, el tipo de barniz y demás componentes considerando las condiciones de utilización.

- Fabricación y almacenamiento correcto de los envases, esto considerando todos los controles de calidad que debe cumplir este tipo de productos desde su producción, transporte, acomodo y acondicionamiento del estante hasta llegar a manos del consumidor.

- Supervisión de los procesos de envasado que involucren condiciones de temperatura y humedad que puedan fomentar la corrosión como son el proceso de esterilización y envasado aséptico anteriormente mencionados.

SITUACION ECONOMICA DEL ESTAÑO EN MEXICO

La situación general de la minería en México aun por la difícil situación debido a la caída internacional de los precios por los diversos metales, presenta una conservación de crecimiento en producción y generación de divisas, así como importantes coinversiones con empresas extranjeras en investigación, exploración y explotación.

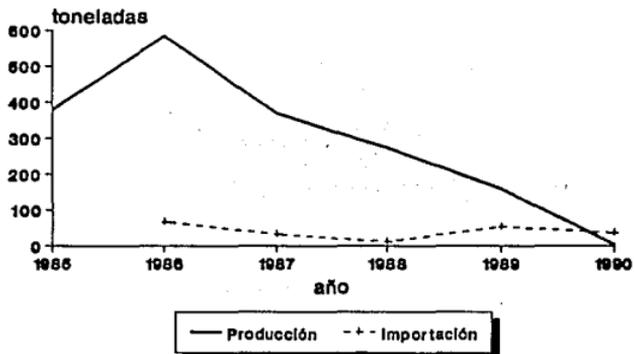
Sin embargo para el estaño se presenta una situación particular, lo que da como resultado importaciones cuantiosas de mineral de estaño y de hojalata.

PRODUCCION DE ESTAÑO.

La producción de estaño en México presentó un decremento súbito en su producción, a tal grado de tener una reducción en su volumen de producción del 97.1% de 1989 a 1990 como resultado del comportamiento de decremento presentado de 1980 a 1990 con una tasa media anual del 22.5% y contribuyendo con menos del 0.1% del valor total de la producción minero-metalúrgico, como lo muestran los datos más recientes reportados en la LIV Asamblea General Ordinaria 1991 de la Cámara Minera de México, con datos de la S.E.M.I.P. Y S.P.P.

IMPORTACION DE ESTAÑO.

En cuanto a las importaciones, el estaño fue uno de los principales productos mineros importados, como se indica en la tabla 2. Se nota un aumento considerable de sus importaciones en los últimos años llegando a representar más de seis veces lo producido nacionalmente para el año de 1990. Se compra principalmente a Estados Unidos, Perú, Singapur y Bolivia. En la actualidad solo existen dos empresas dentro de CAMIMEX que trabajan el estaño que son:



Fuente. CAMIMEX, SEMIP Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	380	585	389	274	159	6
Importación *	n.d.	66.8	32.6	11.4	53.6	37.4

n.d. no se presentan datos concretos.

* son importaciones de estaño sin alear, el cual es utilizado principalmente para producir la hojalata.

** se tiene muy poca información sobre el estaño por ser un producto de la industria minera poco significativo.

Fuente. LIV Asamblea General Ordinaria 1991, CAMIMEX.

ESTAÑO

TABLA 2

Estaño Electro S.A. de C.V.

Procesadora de Casiterita S.A. de C.V.

Esto da un panorama más claro para entender el porque las grandes importaciones de estaño y como consecuencia de la hojalata.

SITUACION ECONOMICA DEL ACERO EN MEXICO

A pesar que a nivel mundial, la producción de acero presenta una reducción del 1.8% de 1989 a 1990, el único país que presentó un aumento importante en su producción siderúrgica fue México con un 10.1%, siendo los principales productores contribuyentes para la producción total:

AHMSA	32%
HYLSA	25%
SICARTSA	20%
Otros	23%

Otros dos aspectos importantes que sin lugar a duda impactaron la estructura competitiva de la industria lo representan la privatización de empresas siderúrgicas paraestatales y la transición de países con economías centralizadas hacia el libre mercado. La venta de siderúrgicas mexicanas proporcionarán oportunidades para buscar nuevas posiciones competitivas y estratégicas.

SITUACION ECONOMICA NACIONAL DE LA HOJALATA

La situación general que presenta la hojalata es consecuencia de la limitación de los recursos nacionales del estaño. Las especificaciones o los embargos a los que es sujeto, provocan grandes variaciones e inestabilidad de precio de esta materia prima para la hojalata, por lo que influye mucho sobre la evolución de la hojalata como material para producir envases para uso general.

A continuación se muestran algunos puntos importantes sobre el comportamiento presentado durante el período de 1985 a 1990 que justifican la razón de presentar una alternativa de modificación o sustitución de la hojalata como material para envases.

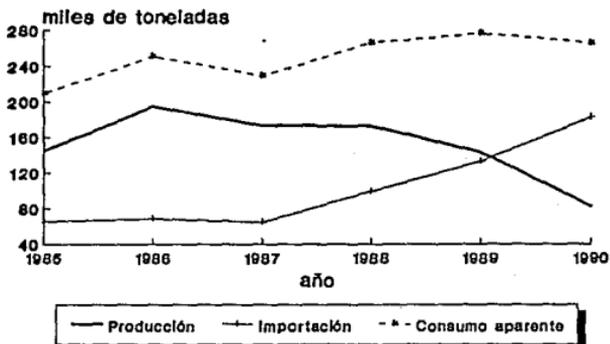
PRODUCCION

La producción de la hojalata, de la cual el 94.8% se produce por el método de electrodeposición, representa el 2.9% de la producción total de la industria del acero y el 8.8% de la producción de laminados planos.

La producción presenta un comportamiento de decremento continuo desde el año de 1986, reduciendo su producción hasta un 58% global de 1986 a 1990, consecuencia del decremento de la tasa media de producción del estaño con un 22.5% y la pobre capacidad instalada en México, rubro que se presenta a la industria del acero mexicana como pérdidas costosas, como lo es en las altas importaciones para 1990 resultado de que la producción de 1990 respecto a 1989 disminuyó en 42.5%.

IMPORTACION

Las importaciones de hojalata se mantuvieron constantes de 1985 a 1987, año en el cual por el gran decremento de producción de estaño y por consecuencia de la hojalata, origino hasta la fecha el aumento de importaciones de este material llegando hasta cifras del 164% global de 1986 a 1990. Respecto a la variación de las importaciones en el año de 1990 con respecto a 1989 se presento un incremento de éstas en un 37.4% como lámina de hojalata principalmente de espesor inferior a 0.5mm utilizado para producir envases y el 49.2% como envases de hojalata para alimentos principalmente, razones por la cual es necesario la modificación de la hojalata y obtener un material metálico que reduzca las altas importaciones y el costo del envase para alimentos procesados.



Fuente. CANACERO Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	145217	195138	173793	172837	143528	82467
Método						
Inmersión	0	0	0	0	11227	4282
Electrolítica	145217	195138	173793	172837	132301	78205
Importación	65392	68846	64631	99481	133228	183050
Exportación	716	12221	8293	6089	363	254
C. Aparente	209893	251763	230131	266229	276391	265263
Incto.C.A.%	n.d.	19.9	(9.3)	15.6	3.8	(4.1)
Cap. Inst.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. no se reportan datos concretos

HOJALATA

TABLA 3

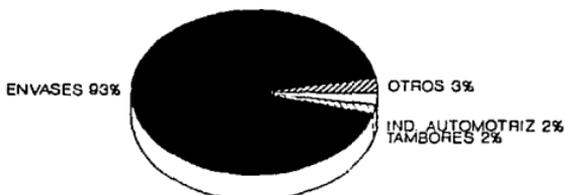
ANALISIS DE LA HOJALATA

TONELADAS	1989	1990	% VARIACION 90/89
PRODUCCION			
Lamina con recubrimiento	463587	475858	2.6
Lamina estañada	143528	82467	(42.5)
IMPORTACION			
Lamina **	133226	183050	37.4
Envases	403	2388	49.2
Tapas y tapones corona	1952	1898	(2.7)
EXPORTACION			
Lamina	363	254	(30.0)
Envases	7914	10966	38.5
Tapas y tapones corona	847	303	(170.0)
CONSUMO APARENTE			
Acero	7438392	888998	17.0
Laminados planos	2701150	3007595	11.3
Hojalata *	276391	265263	(4.1)

* Corresponde al 2.98% del acero y el 8.8% de los laminados planos en base a 1990.

** El 89.4% es de espesor inferior a 0.5mm para envases.

SEGMENTACION DEL CONSUMO NACIONAL HOJALATA



•base de en 1980

MERCADOS CONSUMIDORES

TONELADAS	1987	1988	1989	1990	1990
					%
Total	180183	179361	144881	77826	
Envases de hojalata	166564	144976	116614	72734	93.4
Tambores y barriles	--	297	608	1532	1.9
Ind. automotriz	2982	3212	--	1740	2.3
Construcción	201	211	267	--	
Productos metálicos	2144	1965	1679	--	
Otros	8292	28700	26023	1819	2.4

PRINCIPALES ENTIDADES NACIONALES CONSUMIDORAS

Distrito Federal	55204	57338	45935	19044	24.5
Estado de México	46102	47716	38377	26155	33.6
Nuevo León	46796	48433	40168	17234	22.2
Jalisco	9076	9370	7627	10340	13.3
Veracruz	5213	3300	4337	2651	3.4
Otros estados.	17792	13204	3167	2401	3.0

Fuente. CANACERO, circular estudio económico 1991.

TABLA 5

EXPORTACIONES

La exportación de la hojalata en los últimos años es un rubro poco significativo para este material ya que representa menos del 0.5% de la producción nacional de hojalata y presenta un comportamiento de decremento constante, como por ejemplo el decremento del 30% en el año de 1990 respecto a 1989; un aspecto importante es que en las exportaciones se presenta un panorama de crecimiento en los envases ya manufacturados como lo muestra su aumento del 38.5% de 1989 a 1990, aunque no se entiende el porque el aumento de las importaciones de envases, es de notarse y considerarse que si se tiene un mercado al cual exportar envases de un material mejor y de menores costos, se obtendría un incremento de las exportaciones de envases y mejoraría en general el envasado de alimentos procesados y por consecuencia de todas las industrias involucradas.

CONSUMO APARENTE

El consumo aparente muestra un comportamiento variable, pero muestra una tendencia a una situación estable en los últimos años resultado de que materiales novedosos aún en México no se utilizan ampliamente, por lo que la hojalata es el material que se sigue utilizando primordialmente para producir envases.

El producir un material más económico, tiene la ventaja de poder producirse a cantidades tales que satisfagan el consumo interno y se pueda exportar, manufacturado ya el envase y/o utilizado en el envase de alimentos procesados. Esto presenta gran demanda ya que se cubriría el mercado principal que tiene la hojalata, que es el de envases con un 93% del total como se muestra en la tabla 5 de la segmentación del consumo nacional de hojalata (5^o), centralizada en las entidades nacionales en donde el consumo de envases es mayor por las industrias de alimentos que existen en ellas, como es en el Distrito Federal, Estado de México y Nuevo León.

MATERIALES METALICOS SUSTITUTOS DE LA HOJALATA PARA ENVASES DE ALIMENTOS

A pesar de que la demanda de alimentos enlatados ha disminuido en años recientes debido al desarrollo en materiales poliméricos, técnicas de envasado aséptico, remplazo de gas y otros, el envasado en latas de hojalata sigue siendo la técnica de envasado más utilizado hasta hoy, ello por las diversas ventajas que presenta el metal como material de envase, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- *Superficie barrera, protectora contra gases como el oxígeno, nitrógeno y bióxido de carbono, protectora contra humedad y agua, así como contra luz y microorganismos, evitando el deterioro del alimento.

- *Alta conductividad y resistencia al calor, con eficiencia en el proceso de esterilización, calentamiento o enfriamiento.

- *Excelente calidad de laminación, por lo que se puede procesar con una eficiente alta precisión.

- *Buena resistencia mecánica, que permite un adecuado manejo y transporte.

- *Facilidad de impresión en varias etapas de manufactura, cualidad que mejora la apariencia comercial del envase.

- *Puede ser recuperado y reciclado.

Algunas desventajas son:

- *La posible corrosión de la superficie del metal que contamina los alimentos y como factor secundario disminuye el buen aspecto comercial del envase.

- *El metal es más pesado y caro que el papel o plástico.

En la actualidad existen materiales metálicos para envase, estos clasificados en : Hojalata, TFS, Aluminio y Materiales Compuestos Metálicos. La limitación de los recursos mundiales de estaño, así como los problemas de producción, explotación, comercialización e inestabilidad de su precio, ha dado lugar a que se obtengan sustitutos de la hojalata, esto inicialmente con producción de hojalata diferencial, y últimamente los siguientes materiales:

TFS

La industria siderúrgica mundial tiende a eliminar totalmente el uso del estaño, esto fomentó la creación de un material en el Japón por la empresa Nippon Steel Corp. llamado TFS (Tin Free Steel -acero sin estaño-) también conocido como: ECCS (Electrochemically Chromium Coated Steel) (9). Se trata de un acero con un recubrimiento de cromo metálico y óxido de cromo obtenido por medio de un proceso de electrólisis donde se precipita cromo y óxido de cromo sobre la superficie. Su perfil estructural se presenta en la figura 6.

Este material tiene buena resistencia a la oxidación, pero para la fabricación de los botes debe estar siempre protegido por barnices en las dos caras donde tiene una buena adherencia a este material. El TFS no se puede soldar fácilmente por lo que se utiliza principalmente para fabricar envases embutidos. El procedimiento para soldar esta patentado por empresas japonesas, pero esta basado en la aplicación de un ligerísimo recubrimiento de estaño de 0.5g/m² a 1.5g/m² y por medio de soldadura eléctrica.

Comparado con la hojalata, el metal TFS tiene:

*Menos costo

*Mejores propiedades anti-corrosivas.

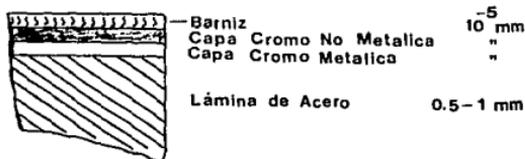
*Mejor calidad adhesiva con recubrimientos película, aumentando la eficiencia de impresión del metal bajo altas temperaturas.

*Facilidad de moldeo con alta productividad.

*TFS no puede ser unido por soldado. Solo los métodos Miraseam, Toyoseam y Conoweld estan disponibles para fabricar latas.

En México existe la desventaja de no tener acceso a estos nuevos materiales ya que los gastos de importación los hacen incosteables a la industria, sin embargo la siderurgia nacional tiene lugar de acción para crear una tecnología similar.

PERFIL ESTRUCTURAL DEL MATERIAL TFS



MATERIALES METALICOS COMPOSITE

Materiales "composite" metal-plástico para envases de alimentos se han innovado recientemente. Su importancia radica en la combinación de las propiedades del metal como barrera contra gases, luz, resistencia al calor y alta rigidez con las propiedades del plástico de higiene ante los alimentos, sellado térmico, propiedades barrera, protección contra corrosión, proporcionando de esta forma un material eficiente para envases de alimentos.

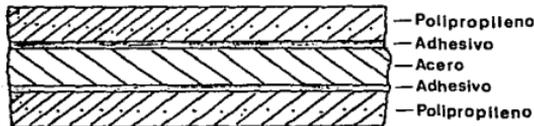
Uno novedoso es el material composite acero-plástico, ya que la lámina de acero es más rígida que la de aluminio se tiene la ventaja de retener su forma moldeada. Comercialmente existe un material para producir envases a base de un composite de una hoja de acero-película de polipropileno llamado "Hi-Retroflex" producido por Toyo Seikan Kaisha LTD.

El material consiste de PP/capa de adhesivo/acero/capa de adhesivo/PP. El hoja de acero es de 75 milimicras de espesor. Tiene una excelente moldeabilidad, comportamiento en el proceso de esterilización y preservación de los alimentos, como se presenta en la tabla técnica del material. Tabla 6. (9).

Este material "Hi-Retroflex" se está utilizando para alimentos de bebé, jaleas de frutas, pollo horneado y postres.

PERFIL ESTRUCTURAL DEL MATERIAL "Hi-Retroflex"

FIG. 7



NOTA: COMPOSITE SE REFIERE A MATERIALES COMPUESTOS O COMPOSITO

"HI RETROFLEX"

PROPIEDAD	CONDICION DE ESTERILIZACION	CONDICIONES DE PRESERVACION	FUERZA DE DESPUES PRESERVACION	ADHESION DE LA (kg/15mm)	CARACTERISTI- CA DE EVALUACION	APLICACION
ALIMENTO	C , MIN	TEMP. TIEMPO	LADO DE LA PARED	FONDO		
JALEA DE NARANJA	95C , 25MIN	RT, 2 AÑOS / 37C 6MESES	1.0 / 1.2	1.2 / 1.1	RESIDUOS DE VITAMINA C	POSIBLE
ENSALADA DE FRUTAS	*	*	1.3 / 1.5	1.2 / 1.4	*	*
COLADO DE MANZANA	*	*	1.7 / 1.4	1.5 / 1.2	*	*
COLADO DE HIGADO	115C , 45MIN	*	1.0 / 1.2	1.9 / 1.1	POV	*
ATUN	120C , 35MIN	*	1.1 / 1.3	1.2 / 1.2	*	*
ENSALADA DE PAPA	115C , 40MIN	*	1.2 / 1.1	1.1 / 1.2	CAMBIO DE COLOR	*
JALEA DE VINO	95C , 11MIN	*	1.5 / 1.6	1.5 / 1.7	CAMBIO DE COLOR Y pH	*
FRJOLES GUIRADOS	117C , 50MIN	*	1.6 / 1.5	1.5 / 1.7	CAMBIO DE COLOR	*

RT; Temperatura ambiente, POV; Valor de peróxido.

TABLA 6

NUEVOS HORIZONTES PARA EL ACERO

El futuro del acero aplicado en el envasado de alimentos es el de recapturar el mercado ganado por el aluminio, principalmente con la introducción de un nuevo concepto de empaque de acero y latas de dos piezas, en lugar de la lata común de tres piezas de hojalata, presentando un acero ligero, limpio y altamente reciclable, que con los avanzados procesos de envasado y la protección de nuevos recubrimientos orgánicos se presenta como un buen material de envase por todas las propiedades mencionadas.

La innovación radica en que aprovechando las propiedades magnéticas del acero se facilita la tarea de recolección, identificación y separación del acero para su reciclamiento, siendo el material más reciclable como lo presentan los resultados reportados por el Instituto de la Lata de Acero Reciclable, The Steel Can Recycling Institute (SCRI) (17) en Estados Unidos, que arriba de tres y medio billones de latas son recuperadas y recicladas cada año, presentándose un incremento del 33.4% durante 1990 y 55% respecto a 1989 que denota la tendencia general de la industria de envase y embalaje de reciclar el material utilizado y utilizar maquinaria estandar.

La idea general es la de crear oportunidades para la utilización y procesamiento del acero como material de empaque como por ejemplo el proceso llamado "Sterivac" que consiste en un envasado en envases de acero en una serie de altas temperaturas-tiempos cortos; empaque de acero utilizable en hornos de microondas investigado y desarrollado en Weirton Steel Technology Center WV.(16')

PROTECCION DEL ACERO CONTRA LA CORROSION

La protección del acero bajo carbón contra la corrosión es una consideración esencial al producir la hojalata o material metálico para envases; esto se realiza por medio de la separación de las fases reaccionantes que puede ser por recubrimientos metálicos, orgánicos, inorgánicos y películas inhibitorias ya formadas, como también por reducción de la reactividad por aleaciones, protección catódica o aniónica o tratamiento químico del ambiente presente.

Diversos tipos de recubrimientos son aplicados para proteger contra la corrosión a acero bajo carbón. El grado de protección requerida, la forma de aplicación y costos son algunos de los puntos a considerar para una buena selección del material a utilizar. De los principales procesos utilizados para los recubrimientos están:

Electrodeposición.

Recubrimientos aplicados por inmersión en caliente.

Por dispersión térmica.

Deposición de vapor.

Recubrimientos orgánicos y cerámicos.

Recubrimientos por conversión de cromatos y fosfatos.

Por la situación que presenta el recubrimiento por medio de electrodeposición de estaño sobre acero para producir la hojalata para envases de alimentos, los recubrimientos orgánicos se presentan como la alternativa más viable de sustitución del estañado, ya que presentan una serie de características muy favorables para utilizarlo como material de envase.

RECUBRIMIENTOS ORGANICOS.

En la actualidad más superficies metálicas están siendo protegidas por recubrimientos y revestimientos orgánicos que por los otros métodos para combatir la corrosión. Estos tipos de recubrimientos en general consisten de una protección barrera polimérica entre el metal y el medio corrosivo que pueden aplicarse en una o ambas caras en forma de pinturas, lacas, películas, laminados, barnices; estos recubrimientos retardan la difusión de agua, oxígeno o sales del medio corrosivo hacia el acero y con esto la reactividad de la superficie metálica con el medio electrolítico, existen procesos de prepintado y postpintado con modernas líneas de alta velocidad que pueden recubrir láminas o partes del acero los cuales resisten las fuerzas abrasivas de manejo y formado, esto puede manejarse a mayor resistencia, desafortunadamente la flexibilidad y dureza son inversamente relacionadas, esto es entre más flexible es el recubrimiento más suave. En el caso de producción de envases se tiene mayor ventaja con acero prerrecubierto por ser más productivo y económico, y reduce y/o elimina los problemas de tratamiento de desechos y las emisiones tóxicas de las líneas de pintado.

Estos recubrimientos poliméricos actualmente se utilizan más, resultado de la legislación de protección del medio ambiente y la salud, que limita el uso de metales pesados y en general sustancias tóxicas, tanto como materia prima o desecho que se utilizan en los procesos de recubrimiento.

Existen numerosos materiales, comunmente de la familia vinílica, los cuales pueden adherirse a la superficie a proteger o cubrirla como una bolsa o capa contra la corrosión.

Por su afinidad y diversidad de resinas utilizadas existe un número grande de polímeros que se pueden copolimerizar para generar otro tipo de resinas con propiedades específicas, siendo esto una ventaja ante los materiales de recubrimiento de antes.

POLIMEROS

Como resultado del gran desarrollo en investigación, producción, innovación y optimización de los polímeros, la utilización de los plásticos ha tenido un incremento súbito durante los últimos 45 años. La aparición de máquinas transformadoras de alta velocidad y alta capacidad así como la disposición de una variedad enorme de tipos de plásticos ha hecho que la industria del plástico sea de importancia económica, reflejada en su consumo y presencia en la industria de envase y embalaje, construcción, vestido y calzado y otras más.

La ASTM (American Society for Testing Materials) define el término plástico como: "aquel material que contiene como componente esencial una sustancia orgánica de alto peso molecular llamado polímero, el cual está compuesto por cadenas de unidades llamadas monómeros. Los plásticos son sólidos en su estado terminado pero presentes en varios estados y condiciones de fluidez durante su manufactura y/o procesamiento hacia artículos terminados".

En otras palabras son materiales orgánicos de alto peso molecular que pueden ser naturales, pero la mayoría se producen sintéticamente, los cuales pueden ser transformados en artículos útiles por los métodos de extrusión, inyección, soplado, laminado, calandrado y otros, los cuales también están disponibles como revestimientos, pinturas, lacas, barnices, espumas y otros.

Los plásticos con un número inmenso de variedades, básicamente están divididos en dos grandes clases:

Termoplásticos. Materiales plásticos que al incrementar la temperatura se vuelven blandos, maleables, fácilmente fundibles y moldeables, los cuales retornan a su dureza original al ser enfriados y pueden repetir el procedimiento de calentamiento-fusión para un nuevo molde sin perder sus propiedades iniciales. Están formados por polímeros lineales donde los átomos de las macromoléculas se encuentran enlazados como cadenas en estructuras largas o casi nula de enlaces transversales. Las macromoléculas lineales pueden unirse añadiendo un plástico termoendurecedor o una sustancia que pueda constituir una red tridimensional, como por ejemplo en la formación de poliésteres reticulados y en la vulcanización del caucho.

Termoestables. Materiales plásticos solidificados los cuales requieren calentamiento bajo presión para poder ser fluidizados y poder ser moldeados en la forma permanente que tendrán ya que una vez adquirida la rigidez no pueden volverse a moldear porque se modifican sus propiedades originales. Están formados por polímeros tridimensionales presentadas como moléculas inicialmente lineales, conectadas en una red con muchas ligaduras transversales durante el proceso.

También se pueden clasificar en función de su consumo y utilidad en: Comodities, Versátiles y Técnicos ó especiales.

Existen comercialmente una inmensa variedad de tipos y propiedades de los polímeros en función de las formulaciones para su transformación comercial como es la adición de plastificantes que dan fluidez al material, estabilizadores para evitar efectos destructivos por la luz, cargas, endurecedores y colorantes para modificar las propiedades del moldeado.

MATERIALES POLIMERICOS EN EL ENVASE DE LOS ALIMENTOS

La utilización de materiales poliméricos como parte básica de los envases de alimentos responde a una serie de propiedades físico-químicas de los mismos que han permitido la idoneidad de cada uno de ellos en función del producto a contener. Las principales propiedades a considerar en un material de envase, de las cuales los polímeros cumplen satisfactoriamente la mayoría de ellas, se pueden resumir en:

PROPIEDADES HIGIENICAS.

Cumplimiento de las reglamentaciones de las normas mexicanas y de la FDA (Foods & Drugs Administration)(31',32'), de no ser tóxico, no impartir sabor, olor y color a los alimentos.

PROPIEDADES DE PROTECCION.

Resistencia Mecánica.

Resistencia a la tensión, abrasión, perforación, compresión, desgarro, ruptura, elongación, impacto y ruptura del sellado.

Propiedades Barrera.

Permeabilidad contra la humedad, vapor de agua, gases como oxígeno, bióxido de carbono, preservación del aroma, aislamiento térmico y luminoso.

Estabilidad.

Resistencia química contra agua, luz, solventes orgánicos, grasas, contra el calor, refrigeración e intemperie.

PROPIEDADES DE MANEJO.

Envasado

Propiedades de firmeza, antiestáticas, resbaladizas, encogimiento en el tratamiento térmico, de pegamentos, de sellado y otros.

Maquinaria Disponible

PROPIEDADES MERCADOTECNICAS Y ECONOMICAS.

Transparencia, brillo, suavidad, comodidad, impresión, resistencia al manejo, precio, productividad, transporte y almacenaje (peso, forma y dimensiones).

Visto lo anterior se entiende porque no existe un material polimérico único que reúna todas las propiedades que el envase de alimentos requiere en un caso concreto, ni la fabricación de un modelo de envase lo más parecido a una lata metálica, totalmente hermético, permeable y sin problemas de corrosión. Estas circunstancias han creado un alto desarrollo tecnológico como es la aparición de materiales poliméricos y no poliméricos con recubrimientos barrera, las modificaciones de las cadenas poliméricas mediante cationes para favorecer aspectos mecánicos de las mismas y las nuevas técnicas del proceso de extrusión y orientación, mejorando constantemente las propiedades, variedad y aplicaciones de los polímeros en el mercado de envases y embalajes que ha dado como resultado un número inmenso de tipos y materiales poliméricos de envase.

Existen dentro de la industria alimenticia una gran variedad de formas y materiales utilizados como envase, la gran flexibilidad y versatilidad de los plásticos permiten producir o seleccionar un material adecuado a las condiciones y formas, todos cumpliendo los requerimientos legales y mercadotécnicos. En cuanto a la forma del envase o empaque los materiales poliméricos se pueden obtener por diversos procesos de transformación, siendo en México los más comunmente utilizados los siguientes:

PROCESO DE TRANSFORMACION.	PRODUCTOS
Extrusión.	Películas, recubrimientos, láminas, bolsas, tubos y perfiles.
Extrusión-soplado.	Botellas, tarros, bidones y barriles.
Inyección.	Botellas, tarros, vasos y envases tubulares.
Inyección-soplado.	Botellas generalmente pequeñas, tarros y botes.
Termoconformado.	Vasos, bandejas, tarrinas y envases alveolares.
Laminado.	Películas barrera, recubrimientos y contenedores.

La tabla 6' nos muestra la versatilidad de los polímeros de tomar las formas de los envases, por métodos de manufactura específicos, como los toma la hojalata, lo que presenta una alternativa de combinación de materiales muy interesante.

TABLA 6'

FORMA	HOJALATA	PLASTICOS	LAMINADOS
			FLEXIBLES
Botella.	X	X	
Cilindro.	X	X	X
Aérosol a presión.	X	X	
Tubos colapsables.		X	X
Paralelepípedo.	X	X	X
Irregular.	X	X	X

Los envases poliméricos como término general presentan grandes divisiones las cuales se subdividen en:

ENVASES FLEXIBLES. Su forma final esta dada por el producto envasado o empacado, dentro de esta rama se encuentran los siguientes tipos:

Película. Material no fibroso obtenido por extrusión de un polímero, menor de 3 milésimas de pulgada de espesor. Se obtienen también de materiales poliméricos coextruidos simultáneamente con condiciones y extrusores especiales.

Películas Barrera. Son películas que cubren a otros materiales flexibles o rígidos que actúan como barreras aislantes ante la presencia de gases no deseados y vapores, las cuales se obtienen por coextrusión de polímeros que producen propiedades especiales.

Películas Metalizadas. Son películas barrera reforzadas contra la humedad e intercambio de gases con un foil o lámina delgada de metal, comúnmente aluminio, ya sea por medio de un pegamento o acoplamiento por coextrusión de un polímero laminante fundido.

Laminados. Unión de una película polimérica a un sustrato o metal para obtener las propiedades de ambos materiales. Se obtienen revestimientos laminados que proporcionan un buen sellado del envase por lo cual los alimentos se conservan bien, se pueden obtener propiedades específicas de resistencia, permeabilidad y aislamiento. Se pueden producir por recubrimiento por extrusión o laminado térmicamente sin adhesivos, obteniendo un buen material para envase de alimentos marinos frescos, comidas preparadas, vegetales, leche pasteurizada y otros.

Coberturas. Una capa delgada de polímero sobre un sustrato aplicada por medio de emulsión, pintura, laca, dispersión, etc.

Bolsas Esterilizables. Son envases flexibles esterilizables obtenidos a partir de polímeros laminados y coextruidos que pueden soportar las condiciones de temperatura de la esterilización y que conserva a los alimentos sin refrigeración con calidad similar a los enlatados, su estructura base es:

-Capa externa de poliéster, la cual proporciona resistencia, flexibilidad y elasticidad en su manipulación.

-Capa intermedia de aluminio, la cual actúa como barrera protectora contra humedad, gases, y luz.

-Capa interna de poliolefina, proporcionando contacto atóxico con los alimentos y facilidad de sellado.

Las capas están unidas por adhesivos o térmicamente, el envasado es similar al enlatado pero requieren menor energía y tiempo de esterilización, menor peso y mayor facilidad de abrir. Estas bolsas utilizadas con éxito en Japón, Europa y Estados Unidos, pero en México no se producen por falta de tecnología y materiales; por ello el envase de hojalata no ha sido sustituido por este tipo de envase.

ENVASES RIGIDOS. Son envases poliméricos con alta resistencia mecánica, alta resistencia al proceso de envasado y esterilizado a temperaturas entre 90C y 129C, facilidad de manufactura y protección efectiva de los alimentos con condiciones altas de acidez como vegetales, sopas y mariscos procesados, menor peso y costos, por lo que han desplazado gradualmente los envases de hojalata y vidrio. Los envases rígidos más comunes son:

Botellas. Se obtienen mediante el soplado de multicapas de materiales poliméricos, ofrecen diversos tipos y tamaños, así como menor peso y costo, con reciclabilidad y/o reutilización con excelentes propiedades como envase. Los polímeros más utilizados son el PET, PS, PP, PVC y policarbonato, teniendo su mayor utilidad en la industria de bebidas en general.

Lata Plástica. Se obtiene por termomoldeo o termoformado de polímeros coextruidos con propiedades barrera y mecánicas muy buenas, como por ejemplo la lata plástica de PET la cual permite el proceso de esterilización resistiendo la temperatura con un menor espesor de material y costo, facilidad de impresión y manejo por lo que en unos años se piensa será el remplazo de la lata de hojalata y aluminio.

Envases resistentes a temperaturas elevadas (250F). Son utilizados en países desarrollados, comúnmente para porciones individuales de comidas preparadas para uso en hornos de microondas. Son envases de alta barrera protectora, la tecnología basada es el termoformado-llenado-sellado. Es básicamente un plato y una cubierta termoformada y sellada, la estructura es una capa de PP como barrera al vapor de agua, una capa del copolímero alcohol polivinílico-EVOH o PVDC como barrera al oxígeno, HDPE, PVC, PS o ABS como capas

cubiertas según las aplicaciones específicas.

Dentro de estos envases existen variedades en las que se pueden realizar la cocción y refrigeración de carnes y utilizarlo como envase final, obteniéndose alimentos procesados a peso constante con menores posibilidades de contaminación y mejor automatización del proceso.

Los materiales poliméricos más utilizados mundialmente en la producción de envases y empaques de alimentos son los presentados en la tabla 7 con su respectiva participación relativa(9):

TABLA 7

POLIMERO	% UTILIZACION
LDPE Polietileno de baja densidad.	20.7
HDPE Polietileno de alta densidad.	18.7
PS Poliestireno.	22.1
PP Polipropileno.	19.2
PVC Policloruro de vinilo.	9.3
PET Polietilen tereftalato.	3.9

La tabla 8 presenta una clasificación general en relación del tipo de alimento, con el o los polímeros considerados en este estudio más adecuado como material de envase y si es transformable por el proceso de extrusión. La tabla 9 es una tabla de las propiedades químicas, físicas, toxicológicas y mecánicas.

POLIMEROS UTILIZADOS PARA ENVASE DE ALIMENTOS

ALIMENTOS	LDPE	HDPE	PVC	PS	PET	PP	EXTRUSION
FRUTAS Y VERDURAS		X		X		X	LDPE, HDPE, PP
CARNE PROCESADA		X	X			X	HDPE, PP, PVC, PS
PESCADO PROCESADO		X	X	X		X	HDPE, PP
LECHE	X	X	X	X	X	X	HDPE, PP
LECHE EN POLVO		X	X		X	X	PET-PE
QUESOS	X					X	LDPE, PP
ACEITUNAS			X				LDPE-PET
FRUTOS SECOS		X				X	HDPE, PP
MERMELADA JARABES	X	X	X	X	X	X	TODOS
ZUMOS DE FRUTAS		X	X			X	HDPE, PVC, PP
FRUTAS CITRICAS					X		PET, PET-HDPE
VINAGRES		X	X		X	X	PP, PVC, HDPE
BEBIDAS CON GAS						X	PET
BEBIDAS SIN GAS		X	X			X	HDPE, PVC, PP
GALLETAS Y REPOSTERIA	X	X	X	X	X	X	TODOS
DULCES			X	X			PVC, PS
ACEITES VEGETALES	X	X	X			X	LDPE-HDPE
GRASAS COMESTIBLES			X				PVC
SALSAS <20% GRASA		X	X	X	X	X	PVC, PP, PET-HDPE
SALSAS >20% GRASA		X	X	X	X	X	HDPE, PVC, PP
PLATOS PREPARADOS		X	X			X	PVC, PP-PET
CA CAO Y DERIVADOS		X	X	X		X	PE, PP, PVC
COLORANTE NATURAL	X	X					HDPE, PP
CAFE			X				PVC

TABLA 8

La columna de extrusión incluye la fabricación de película, laminado y recubrimiento de sustratos que son utilizados para envase de alimentos procesados

TABLA DE DATOS TECNICOS DE LOS POLIMEROS

PROPIEDAD		LDPE	HDPE	PVC	PS	PET	PP
RESISTENCIA A LA TENSION	lb/in ²	2000	4000	6000	7000	9500	5000
ELONGACION	%	90-800	15-100	2-30	1-2	150	10-700
DUREZA ROCKWELL	R	10	40	110	75	105	90
IMPACTO IZOD	ft-lb/in	16	1-12	1	0.3	1.7	1-11
MODULO ELASTICIDAD	lb/r ² . E3	23	120	400	450	290	200
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.92	0.95	1.4	1.05	1.27	0.91
RESISTENCIA ACIDOS	DEBIL FUERTE	R AO	R AO	N R	N AO	N AO	N AO
RESISTENCIA ALCALIS	DEBIL FUERTE	R R	R R	N N	N N	N AO	N R
SOLVENTES ORGANICOS		R	R	V	A	AO	R
ABSORCION AGUA	%/24HR	0.01	0.01	0.5	0.1	<0.1	0.1
CLARIDAD	%	TRANSLUCIDO	TRANSLUCIDO	CLARO Y OPACO	88-91	88	VARIADA
TEMP. DE FUSION	F	223-234	VARIADA	VARIADA	194-230	473	327
TEMP DE ABLANDAMIENTO	F	194-216	248-266	VARIADA	194-227	174	310
RESISTENCIA A CALOR CONSTANTE	F	180-220	250	150-200	175-205	300	194-240
PERMEABILIDAD	BIOXIDO DE CARBONO	2700	580	35	900	15-25	800
A	NITROGENO	180	42	3-4	-	0.7-1.0	48
GASES **	OXIGENO	500	185	13	350	6.0-8.0	240
APROBACION	FDA	SI	SI	REGULADO	REGULADO 21CFR177	SI	REGULADO 21CFR177.152
ADHESION A METAL		BUENA	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA EN SUP. RUGOSA	BUENA

TABLA 9

N No afecta, R Resistente, SA Ligeramente atacado, A Atacado, AO Atacado por ácido oxidante, V Comportamiento variable.

** cc/pulg.2 / mil de espesor / 24hr / atm / @25C

Fonte. Modern Plastics Encyclopedia. Mc Graw Hill y Handbook of Plastics Materials & Technology. John Wiley & Sons Inc.

RECUBRIMIENTO POR EXTRUSION

El proceso de recubrimiento por extrusión es la combinación de la película obtenida por medio de extrusión de un polímero termoplástico en un dado plano con una lámina, película o foil de un sustrato de material diferente como metales y madera.

Las resinas más comunmente utilizadas son las poliolefinas como el PE, PVE, PP, PET y mezclas de estos. De esta forma la combinación de resinas y sustratos es utilizada para proveer una estructura multicapa incorporando las características particulares de cada material en el material compuesto final.

Una línea de recubrimiento por extrusión es similar a la extrusión de película plana con la adición de una maquinaria necesaria para introducir el sustrato y presionarlo contra el polímero fundido antes de que éste sea enfriada en el rodillo frío. El contacto del polímero fundido y el sustrato normalmente se realiza aplicando presión por medio de un largo rodillo altamente pulido o cubierto con un elastómero contra el rodillo frío; de esta manera el rodillo birlado aplica la presión necesaria para asegurar una adhesión apropiada libre de aire contenido. Existen comercialmente algunas variaciones del sistema de rodillo de presión-rodillo frío.

El sustrato a recubrirse sale de una estación de alimentación, el cual es sujeto generalmente a uno o varios pretratamientos técnicos que aumenta la adhesión del recubrimiento al sustrato. Los factores que afectan esta adhesión incluye la estructura química del polímero, el grado de oxidación del polímero, el aire contactado entre el dado de extrusión y el rodillo frío, temperatura de fusión del polímero, espesor del recubrimiento y los métodos de pretratamiento.

Existen tres métodos básicos de pretratamiento que son:

Químico. Los primarios utilizados son base solvente para películas o foils y base agua para madera, ambos son aplicados por diversos sistemas al sustrato y secados con aire para remover diluyentes. En algunos casos se utilizan sistemas de rodillos de aplicación y rodillos calientes como secadores.

Flama. Esta proceso es el contacto de la superficie del sustrato por recubrir, con una o más flamas "oxidantes". La flama es proporcionada por un quemador tipo cinta que puede variar la longitud de la flama, pasando el sustrato aproximadamente cuatro pulgadas separadas de la cara del quemador.

Corona. Es similar al tratamiento de la superficie del polietileno para su impresión o engado, la única diferencia es que la superficie del sustrato es tratado antes del recubrimiento. Existen diversos tipos de generadores electrostáticos disponibles, de los cuales en muchos casos la tierra se toma de un rodillo cubierto con un elastómero sintético como dieléctrico.

Un moderno procedimiento altamente tecnológico es basado en un ataque de la superficie por un rayo de electrones con el cual se provee una buena adhesión entre el recubrimiento y el sustrato sin calentamiento de ningún material. (25')

Después del pretratamiento, el polímero fundido sale del dado del extrusor y se cubre la superficie del sustrato, este punto de combinación es usualmente un enfriamiento entre un rodillo cromado frío por el lado del polímero y un rodillo presionador cubierto con un elastómero por el lado del sustrato. Los dos rodillos presionan el polímero y el sustrato juntos, pudiendo tener un tipo de impresión y al mismo tiempo remover el calor del polímero tanto que se pueda despegar del rodillo frío y manejarse sin bloquear.

Enseguida de la salida del rodillo frío se eliminan las gotas y/o escotes en los límites del sustrato, la calidad del recubrimiento en los límites del sustrato es función del polímero, del dado utilizado y la presión ejercida, para ello se utilizan sensores de goteado y/o escotado para un control automático del proceso.

Refinados los límites se tiene listo el sustrato recubierto con polímero, así con equipo auxiliar se pueden ajustar propiedades especiales del recubrimiento o otros extrusores y rodillos fríos para producir estructuras multicapas o cubrir ambos lados del sustrato al mismo tiempo.

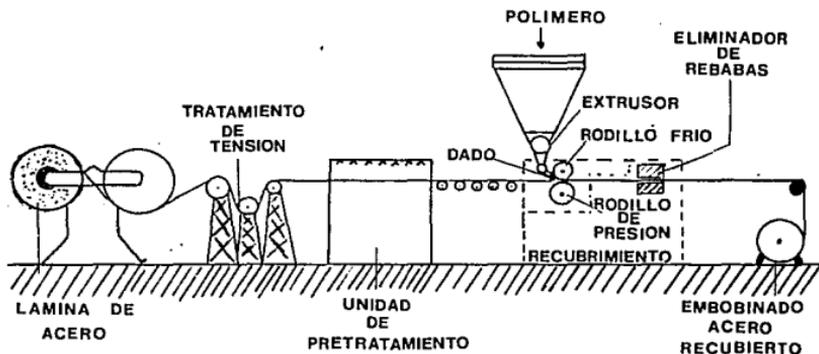
El recubrimiento por extrusión puede ser aplicado con un espesor de 0.2 mils a 15 mils o más grande en circunstancias especiales, siendo el rango común entre 0.5 mils a 2 mils. Los sustratos tienen rangos de espesor desde 0.5 mils a más de 35 mils.

El recubrimiento por extrusión se caracteriza porque elimina el uso de solventes, secadores, sistemas de recuperación y dispositivos de seguridad por los solventes involucrados en el proceso; su alta velocidad comparada con otros procesos de extrusión y sus condiciones de operación lo hacen un método más versátil que el recubrimiento por calandrado o el fundido en caliente. La combinación de altas temperaturas y altas presiones requiere de un diseño especial del tornillo y potencia para este tipo de extrusores. Mucha de la energía para la fusión debe ser provista por el tornillo, como el tiempo de contacto viene a ser bajo no se puede hacer la transferencia de calor a través del barril del extrusor. El diseño del tornillo para estos extrusores son predominantemente del tipo de largo metraje, estos tornillos consisten de una sección de alimentación de profundidad uniforme, una sección de transición

gradual y una sección final poco profunda que representa de 40% a 50% de la longitud del tornillo. Los dados son similares a algunos usados para la extrusión de película plana usualmente con diferente geometría exterior en orden para permitir una buena localización en el área del sistema rodillo de presión-rodillo frío. Como la fundición se realiza comúnmente a presiones y temperaturas máximas, se requiere de operaciones cuidadosas tanto en el equipo y área circundante. Cambios en corrientes de aire y/o humedad pueden causar problemas por lo que actualmente se realizan mejoras con controles computarizados e instrumentos de precisión.

Actualmente se presenta un enorme crecimiento de aplicaciones del recubrimiento por extrusión, el desarrollo con polímeros "comodities" y sus coextrusiones presenta un número disponible para procesar enorme, creando recubrimientos barrera multicapas para envase de alimentos con mejores propiedades de adhesión, protección barrera y sellado, cumpliendo con las especificaciones necesarias de apariencia, peso del recubrimiento, propiedades mecánicas, propiedades anticorrosivas y de adhesión.(31') Por ejemplo por medio de un proceso a altas y bajas temperaturas, capas de polietileno de baja densidad pueden ser combinadas, con alta temperatura la capa provee mayor adhesión al sustrato y con bajas temperaturas la capa provee mejoras en propiedades mecánicas. (25')

DIAGRAMA DE UNA LINEA DE RECUBRIMIENTO POR EXTRUSION



SITUACION DE LOS POLIMEROS COMO MATERIAL PARA ENVASE DE ALIMENTOS

SITUACION MUNDIAL.

Se presenta una tendencia a nivel internacional en general a la sustitución del metal y vidrio como material para envases de alimentos por la utilización de materiales poliméricos en sus modalidades de películas simples, barreras multicapa, laminados y composites.

Los países desarrollados, por su buena situación económica y tecnológica presentan ya la utilización practica de todos los avances en los envases de material polimérico como es el caso en Japón, Estados Unidos, Alemania, Holanda y Gran Bretaña de bolsas esterilizables, latas plásticas, botellas de PET, laminados y otros, esto reflejado en un alto consumo per capita de estos polímeros, que depende también de influencias culturales para la fabricación y consumo de alimentos que utilizan este tipo de envases.

La tecnología y materiales poliméricos para la aplicación en envases que en 1991 ocupó el 26.5% se estima que para el año 2000 capture el 42% del mercado total utilizando básicamente resinas poliméricas barrera con alta permeabilidad a gases, humedad, resistencia mecánica y térmica, obtenidas por coextrusión para formar películas y/o laminados con diversas capas de materiales donde los más empleados serán: PVDC, EVOH, PS, PP, PET, PE, PVC y Nylon con el objetivo de obtener la resistencia mecánica y permeabilidad del metal y/o vidrio, bajos costos y reciclabilidad y/o rehuso del material de envase.

Los países subdesarrollados, por las tecnologías tanto de producción, manufactura y aplicación de materiales poliméricos, la situación económica y los hábitos de alimentación y consumo presentan aún la utilización de envases tradicionales de hojalata y vidrio, en algunos la entrada a nuevos mercados y/o economías ya presentan mejoras como la utilización de aluminio y vidrio reciclable, comenzando las empresas extranjeras la introducción de la utilización de materiales poliméricos para sus envases y técnicas de envasado aséptico.

SITUACION NACIONAL.

La industria de resinas poliméricas sintéticas en México, integrada por más de 80 compañías presenta un aumento en su desarrollo, producción y consumo, así como coinversiones de empresas nacionales y extranjeras ante la firma del Mercado Trilateral de Comercio, la

introducción de maquinaria moderna de procesamiento proveniente de Hong Kong y Taiwan, por lo que se tienen predicciones de un crecimiento anual en México de la venta de polímeros termoplásticos principalmente, por encima del 20% durante los próximos cinco años.(26')

La producción de los principales petroquímicos vinculados al sector plásticos en algunos casos es insuficiente por lo que se tienen importaciones constantes, sin embargo el aumento de la capacidad instalada de estos petroquímicos con una tasa media anual del 9.5% durante la última década garantiza de alguna forma el abastecimiento adecuado y oportuno de los principales petroquímicos. El consumo de los petroquímicos referidos se incremento en 91% durante la última década siendo los de mayor impacto en la demanda y producidos por PEMEX el polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, cloruro de vinilo, estireno, metanol, acrilonitrilo, tolueno y otros.

PRODUCCION.

La producción de polímeros presenta un aumento constante de 1985 a 1990 con una tasa media anual del 8.5%, observando un aumento 10% de 1989 a 1990 lo que refleja la mayor utilización de polímeros como material en sus diversas aplicaciones, principalmente de los polímeros termoplásticos como material de envase.

IMPORTACION.

Se presentan variaciones significativas. Disminuyo la importación de polímeros hasta el año de 1987, de 1988 a 1989 hubo un incremento súbito del 38%, pero de 1989 a 1991 se han mantenido estables. Sin embargo, el movimiento de importación en volumen es mayor en el caso de los polímeros termoplásticos como se muestra a continuación en la tabla 10.

TABLA 10
IMPORTACIONES
(TONS.)

	90/89					
	1989	%	1990	%	%	
Termoplásticos	310605	97.1	306171	95.5	-1.4	
Termofijos	9436	2.9	14262	4.5	51.1	
TOTAL	320041	100.0	320433	100.0	0.1	

Por la apertura comercial en el mercado de los polímeros, se han eliminado proyectos planeados a mediano plazo, siendo más rentable desde el punto de vista inversión, competitividad comercial y problemática laboral, el realizar coinversiones con empresas extranjeras, y en algunos casos el comercializar materias primas y productos de marcas conocidas y calidades estandarizadas.

EXPORTACIONES.

El comportamiento de las exportaciones de estos productos presenta un aumento en general durante los tres últimos años, encontrándose diferencias importantes de acuerdo a su clasificación como polímeros commodities, versátiles y técnicos. Los polímeros termoplásticos son los que presentan un alto movimiento en volumen como se ve en la tabla 11, como por ejemplo las exportaciones de polietileno tereftalato y acrilobutestireno; algunas exportaciones se realizan por no encontrarse el mercado doméstico aún lo suficientemente equipado para absorber la producción nacional pero la tendencia es la búsqueda y permanencia en el mercado internacional, adecuándose a los requerimientos de precio, calidad y volumen solicitados por el mercado interno y externo.

TABLA 11
EXPORTACIONES
(TONS)

	1989		1990		90/89
	TONS	%	TONS	%	%
Termoplásticos	196789	94.8	298813	96.6	51.8
Termofijos	10777	5.2	10730	3.4	-3.8
TOTALES	207566	100.0	309183	100.0	48.9

CONSUMO APARENTE.

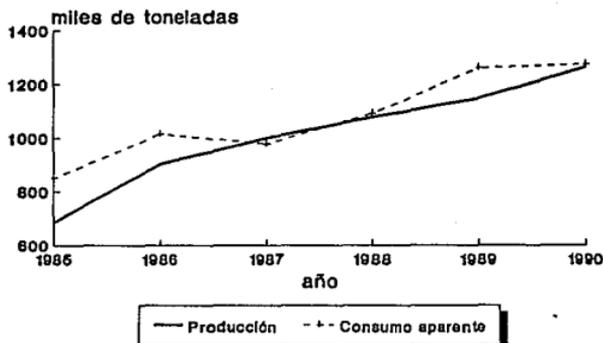
La demanda interna de polímeros en México presenta una tasa de crecimiento medio anual de 1985 a 1990 del 10.38%, a pesar que de 1989 a 1990 se presentó un incremento del 1.1% como se observa en la tabla 14 y que el consumo per capita de plásticos en México es de 15 Kg lo que representa un sexto del consumo en países desarrollados(9), se nota un panorama de consumo bueno, ya que México produce buenos plásticos.

Esto se nota principalmente en polímeros termoplásticos ya que su participación relativa en el mercado es del 78%, dentro de los que destacan por su volumen los mostrados en la tabla 12.

TABLA 12
PARTICIPACION RELATIVA EN EL MERCADO DE POLIMEROS SINTETICOS
EN MEXICO

POLIMERO	1989	1990
	%	%
Polietileno de baja densidad	30.1	27.1
Polietileno de alta densidad	16.6	17.8
Poli(cloruro de vinilo)	11.8	11.8
Polipropileno	10.3	11.6
Poliestireno	8.2	8.9
Polietilen tereftalato	0.7	0.4
Copolímero VCM-VAM	0.3	0.4
TOTAL TERMOPLASTICOS	78.0	78.0
TOTAL TERMOFLOJOS	22.0	22.0
TOTAL POLIMEROS SINTETICOS	100.0	100.0

Considerando las estadísticas más actuales que se pudieron recopilar, reportado un consumo de 1181000 toneladas para 1989, se presentó que los polímeros commodities (LDPE, HDPE, PVC, PP, PS, PET) ocuparon el 71.7% del consumo global, los polímeros versátiles (ABS, Epoxicas, Acrílicos) el 14.9% y los polímeros técnicos (PET, PEC, Nylon, poliacetales) el 13.4%; presentando una división del mercado y usos como la muestra la figura 8.



Fuente. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

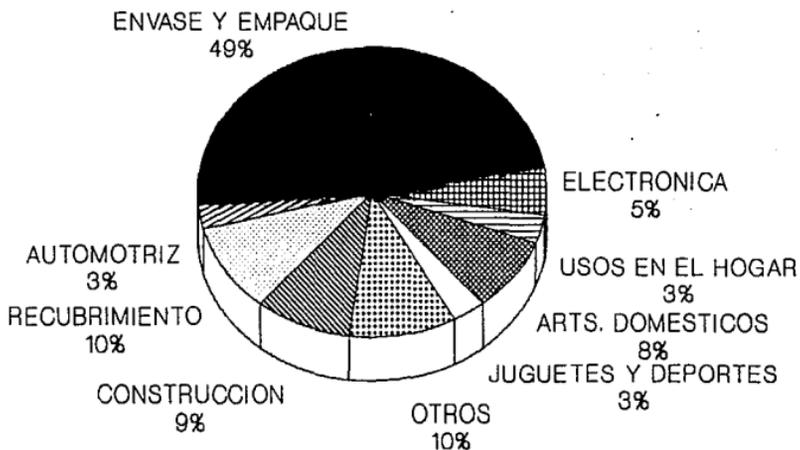
TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	685998	906045	1001E3	1078E3	1147E3	126E4
Importación	299284	285970	219103	231396	320041	320433
Exportación	135033	174438	242656	218768	207668	309183
C. Aparente	850247	1017E3	978286	1091E3	1269E3	127E4
Incto.C.A.%	4.2	19.7	(3.9)	11.5	15.4	1.1
Cap. Inst.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
% PARTICIPACION			1990			
Polímeros termoplásticos			78%			
Polímeros termofijos.			22%			

n.d. no se reportan datos concretos

POLIMEROS SINTETICOS

TABLA 14

SEGMENTACION DEL CONSUMO NACIONAL POLIMEROS



Fuente. I.M.P.I.

FIG. 8

Notándose que el sector de mayor consumo y aplicación es en el sector de envase y empaque con el 46.5% de todos los polímeros procesados en el país, con la participación relativa de las técnicas de transformación mostrada en la tabla 13. (8)

TABLA 13

PROCESO DE TRANSFORMACION	%
Extrusión	31
Inyección	33
Soplado	13
Laminado	6
Formado (térmicamente, al vacío o presurizado)	6
Compresión	2
Otros	9

ANALISIS POR RESINA POLIMERICA

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD LDPE

$-\text{[CH}_2\text{-CH}_2\text{]}_n$

El LDPE es un polímero obtenido por medio de polimerización por radical libre realizada a una presión alta de 10000 psi y temperaturas entre 150C y 200C, efectuada en un reactor tubular o en un autoclave en presencia de trazas de oxígeno. Es un polímero termoplástico con el primer lugar de consumo en México, de cadena larga altamente ramificado, con una densidad entre 0.915 g/cm³ a 0.925 g/cm³ y un peso molecular arriba de $4 \cdot 10^6$. También se obtiene el MDPE o LDPE con densidad de 0.935 g/cm³, presenta un rango amplio de índices de fluidez propiedad que lo hace fácilmente transformable por extrusión, inyección o soplado. Por su estructura ramificada con cadenas cortas y largas en forma azarosa, su cristalinidad solo llega a un 50% o 60% por lo que en película es material transparente y translúcido en piezas sólidas.

Este polímero presenta una buena resistencia mecánica, es barrera a la humedad y oxígeno, aunque son susceptibles a fracturarse bajo esfuerzos ambientales. Por su baja dureza superficial presenta poca resistencia al rayado y una apariencia cerosa. Aunque su punto de fusión está entre 106 C y 112C se puede aplicar para fabricar piezas que se sometan a calentamiento con temperaturas entre 90C a 95C y al sellado térmico con facilidad de manejo y bajos costos. Con excelente resistencia química y propiedades dieléctricas por lo que es uno de los más utilizados en el mundo, también es coextruido o reforzado con otros materiales para aplicaciones de alta temperatura, película barrera y alta rigidez como por ejemplo un coextruido de LDPE, HDPE y poliéster (18")resiste 125C durante una hora , un coextruido de 84% a 95% de LDPE Y 5% a 16% de HDPE mejora las propiedades mecánicas y de estabilidad que el LDPE al 100%.

Su procesamiento se realiza por: Extrusión, inyección, soplado, rotomoldeo y termoformado.

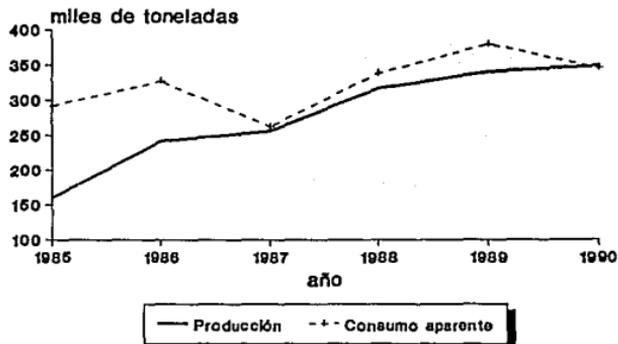
Sus principales aplicaciones son:

-Películas gruesas y delgadas como envase y empaque de productos alimenticios y de higiene, pan, carne, bolsas multiusos, forros domésticos y agrícolas, laminados.

-Recubrimiento por extrusión para producir envases de alimentos, protección contra la corrosión de tubos de acero, aislante de cables y alambres. Siendo el polímero más fácil de transformar, el cual no requiere de un control estricto de temperaturas aunque si requiere de un buen alineamiento de controles en relación al aumento de temperatura y potencia del extrusor por el aumento de su viscosidad.

**-Tubos y perfiles para uso domestico, juguetes, bolsas o recipientes de infusión esteriliza-
bles, equipo de diálisis y medicina y muchos otros más.**

**El aprovechamiento de desperdicios clasificados de LDPE no crea problemas y es practi-
cado desde hace tiempo por muchos fabricantes de películas y tablas para utilizarse en la
agricultura y en contacto con animales.**



fuate. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	169998	242166	266836	317101	340101	347803
Importación	132421	84251	20550	21302	39380	24806
Exportación	0	0	16282	0	46	27076
C. Aparente	292417	326417	262104	338403	379435	346532
Incto.C.A.%	26.8	11.6	(19.7)	29.1	12.1	(8.9)
Cap. Inst.	290000	309000	309000	309000	309000	309000

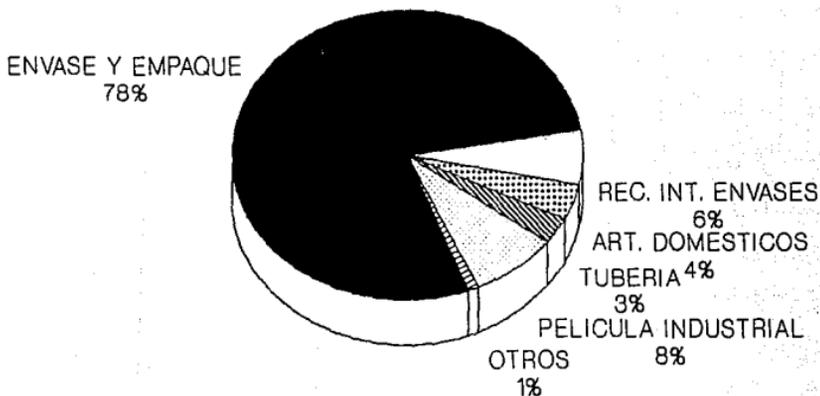
PARTICIPACION Y TENDENCIA DEL CONSUMO NACIONAL

Aplicación	1981	1985	1990	Tendencia
Película	78%	81%	78%	estable
Envase	4%	4%	6%	positiva

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

TABLA 15

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD



SEGMENTACION DEL CONSUMO

FIG. 9

SITUACION ECONOMICA

PRODUCCION Y CAPACIDAD INSTALADA

La producción presentó un aumento de 1985 a 1990 de un 117% global, con una tasa de crecimiento media anual del 20% originado principalmente por el aumento de la capacidad instalada realizado en estos años, aunque actualmente se encuentra a su máximo la explotación de la capacidad instalada por lo que considerando el comportamiento del consumo aparente, a corto plazo se volverá a importar una buena cifra de polietileno de baja densidad para satisfacer los requerimientos que no se puedan satisfacer con la producción interna. El único productor en México es PEMEX, con la planta La Cangrejera Ver., Poza Rica Ver. y Reynosa Tamps. con una capacidad instalada de 309000.

IMPORTACION

A pesar que en 1985 las importaciones significaron el 45.3% del consumo aparente, a partir de ese año las importaciones han disminuido considerablemente llegando a impactar con el 7% del consumo aparente en 1990 y siendo el 10% de las importaciones totales en 1990.

EXPORTACION

La estrategia que se sigue es que cantidades y calidades que en el sector transformador no sea requerido internamente y se tenga almacenado, se canalizara hacia el mercado de exportación. Por ello que solo en 1987 y 1990 se han presentado cifras significativas.

CONSUMO APARENTE

Es el polímero de mayor demanda y utilizado en México, presentando durante el período de 1985 a 1990 un crecimiento con un índice medio anual del 12%, y un comportamiento de aumento por la gran aplicación que tiene.

Consumo por sectores. Se nota revelante en la tabla 15 y figura 9 su aplicación como material de envase y empaque con un porcentaje de consumo del 78%, así como su utilidad en el recubrimiento del interior de envases de alimentos del 6% por soportar condiciones propicias de los envases de productos alimenticios perecederos y el uso de la película en agricultura e industria. Se estima una tendencia de incremento de participación de la película fabricada con mezcla de polietileno de baja densidad-polietileno de media densidad ya que mejora propiedades y contrarresta los altos volúmenes de importación de este producto para recubrimiento de lamina y cable y así como su principal uso como material de envase de alimentos.

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD HDPE

-[CH₂-CH₂]-_n

Es un polímero termoplástico parcialmente amorfo y cristalino obtenido por medio del mismo proceso de obtención del LDPE pero a bajas presiones del orden de 1000 a 2000 psi, se produce en suspensión, en solución y en fase gas con catalizadores Ziegler o Phillips con contactos altamente activos que dan lugar a un mayor rendimiento y valores de trazas menores de 100ppm. Las propiedades de facilidad de proceso, fundición y ópticas del HDPE es función directa de la medida del flujo fundido (Melt Index) que se relaciona con la Distribución del Peso Molecular, presenta un incremento de sus propiedades mecánicas por su mayor densidad aunque disminuye su flexibilidad y resistencia al impacto. El polímero presenta una cadena larga con pocas ramificaciones lo cual presenta un mayor empacamiento, con un rango del 70% al 85% de cristalinidad y su densidad varía de 0.941 g/cm³ a 0.965 g/cm³.

Soporta temperaturas en uso continuo hasta de 115C, tiene mejoras en sus propiedades aislantes y resistencia química al poseer una estructura más cerrada lo que también mejora la permeabilidad al vapor de agua, el cual coextruido con otros polímeros se obtienen películas barrera a gases como oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno.

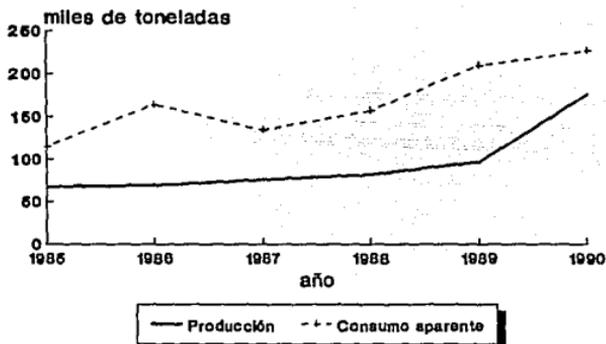
Su transformación se realiza por: Extrusión, soplado, termoformado, inyección y rotomoldeo. Al igual que el LDPE no requiere un control estricto de temperaturas pero sí maneja niveles más altos debido a que por su estructura presenta más resistencia a la plastificación. Se funde a niveles de 160C a 200C de acuerdo al peso molecular lo cual requiere mayor fuerza en la inyección y soplado. Por su resistencia a altas temperaturas se puede termoformar ya que reblandece de 121C a 133C sin llegar a fundirse para obtener piezas poco profundas.

Sus principales aplicaciones son:

-Películas para envasado de bocadillos, congelados, alimentos grasientos o húmedos, embutidos, pescado y queso con espesores de 8mm a 15mm, bolsas para uso en hornos de microondas, productos en forma de polvo y granulados con espesores de 10mm a 40mm; recubrimientos por extrusión, recubrimiento con HDPE muy fluido y pobre en partículas sólidas para artículos fotográficos y máquinas de escribir.

-Producción de cuerpos huecos grandes para envases de alimentos, químicos y de la industria automotriz.

-Cajas para botellas, recipientes para la basura, cubetas y juguetes, tableros, cuerpos de binas y otros.



Fuente. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	67815	69076	75992	81717	97134	175674
Importación	47405	95284	68082	75995	112414	105767
Exportación	0	0	9597	498	380	54949
C. Aparente	116220	164359	134477	167214	209169	228492
Incto.C.A.%	11.9	42.6	(18.2)	16.9	33.0	8.3
Cap. inst.	100000	100000	100000	100000	150000	200000

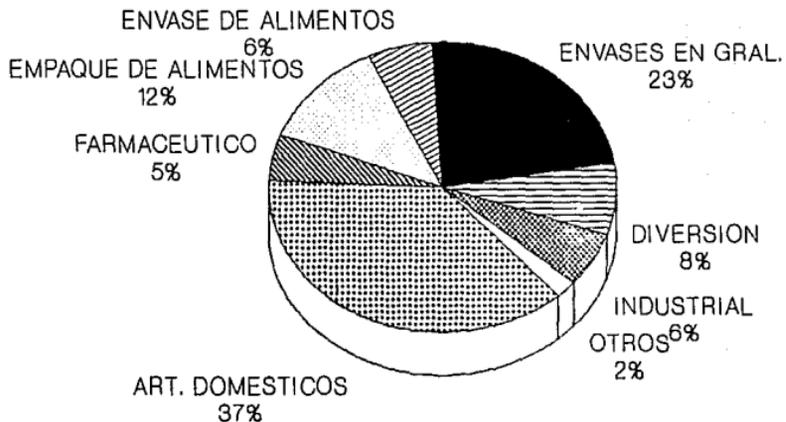
PARTICIPACION Y TENDENCIA DEL CONSUMO NACIONAL

Aplicación	1981	1985	1990	Tendencia
Envase	25%	34%	46%	positiva
Empaque	4%	5%	12%	positiva

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

TABLA 16

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD



SEGMENTACION DEL CONSUMO

FIG. 10

67

SITUACION ECONOMICA

PRODUCCION Y CAPACIDAD INSTALADA

Se noto un comportamiento estable de la producción de 1985 a 1988, mientras que en los últimos años se presentó un incremento súbito del 80% de 1989 a 1990, con una tasa de crecimiento media anual del 49% consecuencia principalmente del incremento de la capacidad instalada por parte de PEMEX en las plantas Morelos y Poza Rica Ver.

IMPORTACION

Presenta una tendencia de incremento sostenido que ha llegado a representar del 45% al 50% del consumo aparente, se espera que con la explotación al máximo de la capacidad de la planta Morelos se disminuya del orden del 10% al 15% de la demanda de importación durante los próximos años.

EXPORTACION

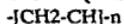
Este rubro es poco significativo, aunque como puede notarse en la tabla 16 debe destacarse que durante 1990 la cantidad exportada representa el 30% de la producción lo que podría aprovecharse para el consumo interno y disminuir las importaciones de éste polímero.

CONSUMO APARENTE

Presentó un comportamiento variable en los últimos seis años reflejando un incremento global de 1987 a 1990 del 68% entre otras razones debido a su aplicación en envases de alimentos, partes automotrices y resina para mezclar, presentandose de nuevo en los últimos años consumos de polietileno de alta densidad de importación sin aprovechar los excedentes de la producción nacional.

Consumo por sectores. Es el polímero que ocupa el segundo lugar nacional en participación del mercado la cual ha crecido en forma significativa por su mayor demanda principalmente para la producción de envases de productos alimenticios, químicos, artículos del hogar, accesorios para transportación, ocupando el 46% del consumo para la producción de envases en general del cual el 12% es específico para alimentos procesados. Por la tendencia mostrada se estima una continuación del crecimiento en su participación como recubrimientos y película para envases, así como su utilización para coextrusión de polímeros.

POLI(CLORURO DE VINILO) PVC



El PVC se obtiene por medio de la polimerización del monómero del cloruro de vinilo que puede ser realizada por los métodos de emulsión, suspensión, solución, bulbo o masa, cada uno de estos procesos produce polímeros con diferente tamaño y propiedades lo que hace que los polímeros obtenidos por masa y suspensión se utilicen para elaborar compuestos y los de emulsión y solución para plastisoles y organosoles.

Compuestos de PVC se nombra a la combinación de resinas de PVC con diferentes aditivos, plastificantes, estabilizadores; que mezclados homogéneamente dan lugar a una diversidad de productos que pueden ser rígidos o flexibles que pueden ser moldeados por doce procesos diferentes de transformación. La descripción de sus propiedades físicas, térmicas, mecánicas y ópticas es función de los aditivos, plastificantes y estabilizadores aplicados en las formulaciones.

En general un compuesto flexible tiene una densidad de 1.15 g/cm³ a 1.35 g/cm³, con buenas propiedades mecánicas, con resistencia a la elongación de 200% a 450% y una temperatura de deformación de 50C a 75C. Un compuesto rígido tiene una densidad de 1.35 g/cm³ a 1.45 g/cm³ con elongación menor, mayor dureza y resistencia dieléctrica con temperatura de deformación parecida al compuesto flexible.

En los dos casos presentan buena resistencia química, al impacto y tensión autoextinguible de fácil manejo, buena apariencia de superficie, baja absorción de agua; su desventaja es su poca resistencia al calor y requerimientos de antiespumantes, estabilizadores durante su procesamiento. La transformación del PVC depende del tipo producido utilizandose principalmente las técnicas de transformación presentadas en la tabla 17:

TABLA 17

Técnica	Flexible	Rígido
Extrusión.	X	X
Recubrimiento.	X	X
Inyección.	X	X
Termoformado.	X	

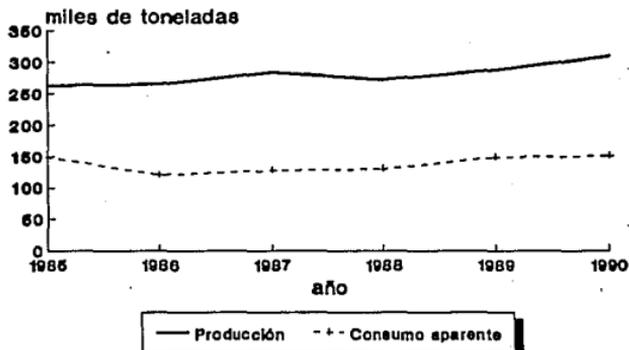
Soplado. X X

Sus principales aplicaciones son:

-Recubrimiento de componentes metálicos contra la corrosión, película que encoge para empaque y recubrimiento de alimentos.

-Botellas para alimentos, aceites comestibles con gran claridad y resistencia aprobadas por la FDA.

-Juguetes, discos, partes rígidas y los plastisoles para recubrimientos de telas y metales, y muchas otras aplicaciones más.



Fuente. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	262883	264806	283746	272666	287536	309201
Importación	2157	4150	4216	5977	12585	11500
Exportación	116389	148186	161004	148887	161899	170074
C. Aparente	148651	120770	126992	129756	148402	150627
Incto.C.A.%	12.9	(18,8)	5,2	2,2	14,4	1,5
Cap. Inst.	282000	301600	306000	308000	308000	308000

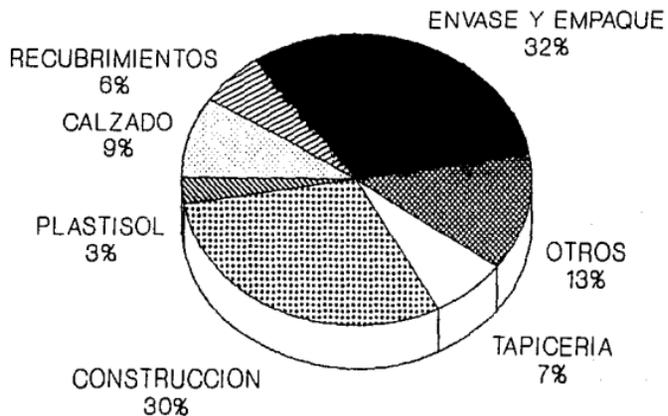
PARTICIPACION Y TENDENCIA DEL CONSUMO NACIONAL

Aplicación	1981	1985	1990	Tendencia
Película Flexible	16%	14%	16%	positiva
Película Rígida	2%	1,4%	2,8%	variable
Botella	6%	14%	14%	positiva

POLI(CLORURO DE VINILO)

TABLA 18

POLI(CLORURO DE VINILO)



SEGMENTACION DEL CONSUMO

FIG. 11

SITUACION ECONOMICA

PRODUCCION

La producción de PVC ha reflejado una situación estable de 1985 a 1990 canalizando sus excedentes a la exportación, con un aprovechamiento de la capacidad instalada del 87% al 100% aproximadamente durante estos años, se encuentra centralizada principalmente en los productores como es Polycid, Grupo Primex y Altaresin S.A. de C.V..

IMPORTACION

Presentó un incremento significativo de los años 1985 a 1990 de 2157 a 11500 toneladas, resultado de deficientes estrategias comerciales de parte del sector productor, con la apertura comercial se han reorientado estas estrategias, manejando precios acordes a la realidad internacional con lo que se espera disminuir la tendencia de las importaciones a corto plazo.

EXPORTACIONES

En la segunda mitad de la década de los años noventa han sido significativas las exportaciones del PVC ya que han representado más del 50% de la producción nacional, en 1988 se presentó una disminución por la alta competencia y cambios existentes en el Mercado Internacional.

CONSUMO APARENTE

Se observó un comportamiento irregular, aunque en los últimos años ha tenido escasos incrementos promedios del 5% anual mostrando una tendencia positiva en ciertas aplicaciones.

Consumo por sectores. Presenta una tendencia positiva para el sector de los envases y empaque (botella, película flexible y rígida) con un 32% participación en su consumo y en construcción y calzado, destacando esta tendencia en el área de envase, recubrimiento de lamina y alambre y poliducto para uso eléctrico, como se observa en la tabla 18 y figura 11.

POLIESTIRENO PS

$-\text{[CH-CH}_2\text{]}_n-$

|

C_6H_5

El poliestireno, poliestirenos o familia de polímeros del estireno se denomina al conjunto de materiales que poseen en su estructura el grupo funcional estireno y que han sido modificados con butadieno y aditivos. El polímero se puede fabricar por el proceso de polimerización en masa, suspensión, solución y emulsión, cada uno de estos procesos confiere propiedades diferentes y se obtienen diferentes productos que se clasifican principalmente como sigue:

POLIESTIRENO CRISTAL. Polímero termoplástico, duro y rígido obtenido por la polimerización desordenada de estireno exclusivamente, dando lugar a un polímero amorfo, siendo los productos obtenidos transparentes. Presenta una buena resistencia a los ácidos orgánicos excepto a los altamente oxidantes, las sales y álcalis, es atacado por ésteres, cetonas y ciertos comestibles con altos contenidos de aceites y grasas, tiene gran brillo y transparencia aunque se amarillenta fácilmente cuando recibe la radiación ultravioleta, buena resistencia a la tensión de 350 Kg/cm³ a 530 kg/cm³ pero baja al impacto, posee densidad de 1.04 gr/cm³ y su rendimiento de producción es alto.

POLIESTIRENO GRADO IMPACTO. Polímero obtenido al combinar en la polimerización del estireno un porcentaje de butadieno, esto proporciona piezas de este polímero con un alto grado de amortiguamiento a los golpes.

Dentro de este material existen tres grados: Medio, Alto y Super Alto Impacto, con porcentajes de butadieno de 3.5% a 4.5%, 7.5% a 9% y 10% a 25% respectivamente. Mantienen sus propiedades de cristal como son la rigidez, resistencia a la tensión y compresión, dureza y mayor impacto, presenta poca resistencia a las grasas y temperaturas elevadas.

POLIESTIRENO EXPANSIBLE. Es un poliestireno cristal que ha sido impregnado de un agente neumatógeno o expansor, comúnmente se utiliza el n-pentano al 5-8% en peso el cual al impregnarse en las perlas de material genera un pequeño hinchamiento en las mis-

mas conocido como preexpansión que disminuye con vapor de agua. Esto es en función del uso final deseado, este material es moldeado en piezas sumamente ligeras con densidad del orden de 0.6 gr/cm³ con absorción baja de agua, aislamiento térmico y acústico. Para su uso en envases de alimentos debe cumplir con la norma FDA 2CFR177 cumpliendo una alta permeabilidad a gases y humedad.

Su procesamiento es en función del tipo de poliestireno y pueden modificarse las propiedades por medio de la adición de aditivos; las técnicas de transformación más utilizadas son:

PS. CRISTAL	Extrusión e inyección
PS. GRADO IMPACTO	Extrusión, inyección, termoformado
PS. ESTIRABLE	Extrusión y procesos especiales

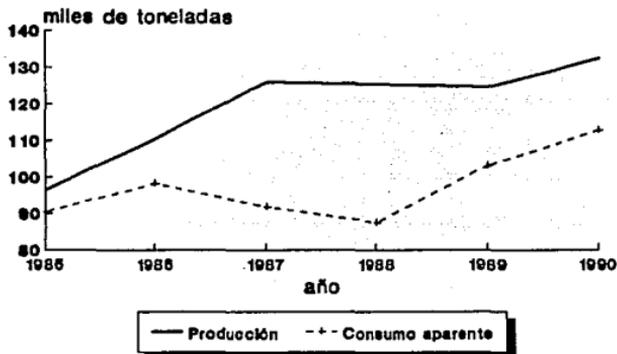
Sus aplicaciones significativas son:

PS. CRISTAL	Plumas, piezas imitación de cristal, cajas para cassettes, plafones, marcos, cancelés de baño.
PS. GRADO IMPACTO	
MEDIO	Tapas, tapones, empaques de alimentos, vasos, platos desechables.
ALTO tes	Carcasas de aparatos electrodomésticos, cuerpos de cassettes, juguetes
SUPER ALTO	Electrodomésticos de manejos bruscos.
PS. EXPANSIBLE	Con el EPS se elaboran envases térmicos, empaques de piezas y alimentos para envasar productos fríos y calientes, películas orientadas y biorientadas, laminaciones con buena resistencia a temperaturas de 100C a 110C.

En el mercado se presentan diversas combinaciones y utilidades del PS para producir materiales poliméricos para envases de alimentos por ejemplo mezclas o blends de PS y polietileno o polioléfinas como componentes con una serie de ventajas importantes aplicables en el sector envases con mejor estabilidad ante temperatura elevada, mejorando en el proceso de transformación de termoconformado y en su resistencia química.

Las mezclas de PS y PE hallan aplicaciones como sustitutos del PVC y ABS, principalmente en películas mono y multicapa para la fabricación de envases embutidos para alimentos grasos.

Películas de poliestireno sellable para envases y laminados de distintas clases con material soporte de PS mejorando permeabilidad a gases y agua, resistencia química y a la fisuración por tensiones, registrando buenos avances tanto de innovación como de crecimiento.



Fuente. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción	98360	110521	126152	125528	124730	132444
Importación	3708	6849	4357	9282	14653	15731
Exportación	9554	18132	38753	47395	38059	35244
C. Aparente	90604	98238	91758	87415	103297	112932
Incto.C.A.%	14.7	8.6	(6.6)	(4.7)	18.2	9.3
Cap. Inst.	123400	163400	167000	185600	199700	199700

RESINAS DE POLIESTIRENO

TABLA 19

RESINAS DE POLIESTIRENO

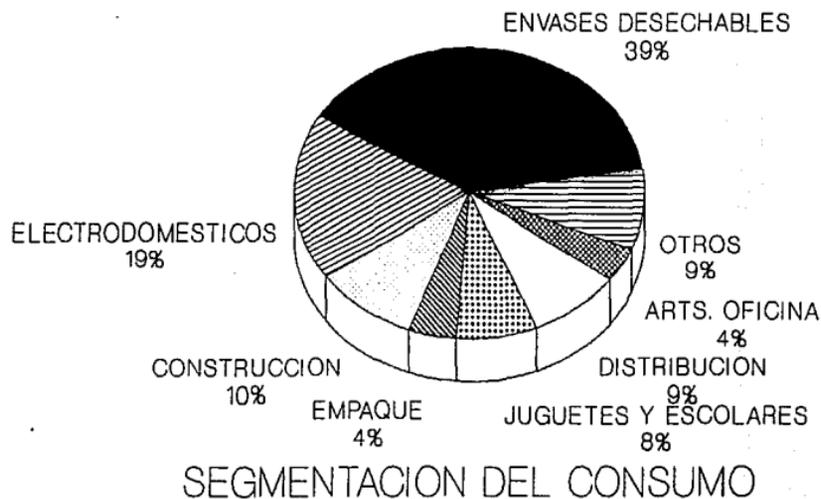


FIG. 12

SITUACION ECONOMICA

PRODUCCION

Durante el período de 1985 a 1990 la producción ha presentado un incremento con una tasa de crecimiento media anual del 8% ajustandose a la demanda interna y a partir de 1987 con significativas exportaciones de sus excedentes. Es notorio la estabilidad en los últimos años debido a la apertura comercial que provoco un incremento en las importaciones de este polímero.

IMPORTACIONES

Se nota un incremento significativo en los últimos tres años representando del 13% al 14% del consumo aparente, resultado de la apertura comercial a resinas del poliestireno como el PS expansible, PS copolímero y en menor grado de PS cristal medio y alto impacto.

EXPORTACION

Por la apertura comercial se presenta un aumento de las exportaciones de parte de Industrias Resistol S.A., Poliestirenos y Derivados S.A. y Polioles S.A. principalmente, que para 1990 representaron el 26% de la producción nacional, lo que da una idea de la necesidad de promover más su transformación de este polímero nacionalmente y exportar productos de aplicación final.

CONSUMO APARENTE

En el período analizado presenta un comportamiento de recuperación en forma conservadora, con una tasa de crecimiento anual de hasta 18.2% para 1989 y 9.3% para 1990 lo que muestra una tendencia positiva.

Consumo por sectores. Se presenta una tendencia de crecimiento positiva con mayor participación dentro del sector envases y empaque como lo son las películas y placas de poliestireno extruidas para carnes, frutas y verduras, película biaxial como recubrimiento de charolas para contener carnes y verduras, vasos, tazas y platos desechables. Otro sector que presenta esta tendencia es su utilización en electrodomésticos y en la construcción, presentada en la figura 12.

POLIETILEN TEREFALATO PET



El PET es un homopolímero termoplástico que en todos sus grados naturales y modificados pertenece a la familia del poliéster termoplástico, su obtención se realiza por medio de una polimerización por condensación donde se realiza eliminación de agua. Se produce mediante la reacción del etilenglicol con ácido tereftálico o dimetiltereftalato en dos etapas, una donde se calienta para eliminar el exceso de glicol y la segunda por medio de calor y vacío para incrementar el peso molecular, se modifican sus propiedades con la adición de uno o más comonomeros.

El PET es un polímero cristalino, en grado película presenta una elevada resistencia a la tensión e impacto, se puede por medio del control de su orientación de su estructura obtenerse productos muy claros, pero sobre todo soporta las temperaturas de 100C sin reblandecerse ya que su punto de fusión es de 254C, se tienen varias aplicaciones, posee propiedades barrera a gases como oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono y humedad, así como buena resistencia química, por lo que es ampliamente utilizado en empaque de alimentos ya condimentados y que en ocasiones van a ser cocinados dentro del mismo empaque.

El PET grado botella al ser semicristalino y transformarlo bajo condiciones especiales de un previo secado, se obtienen materiales cristalinos, además de poseer bajo peso con una gran resistencia al impacto y tensión. Por sus buenas propiedades barrera, mecánicas, higiénicas y de procesamiento, es altamente utilizado en envases para alimentos, bebidas carbonatadas y cosméticos.

El PET grado técnico presenta excelentes propiedades mecánicas y se obtienen piezas semirrigidas con la adición de cargas como por ejemplo fibra de vidrio.

El PET se transforma principalmente por las técnicas de:

TECNICA

PRODUCTOS

Extrusión

Película, recubrimiento, fibra y perfiles.

Inyección.

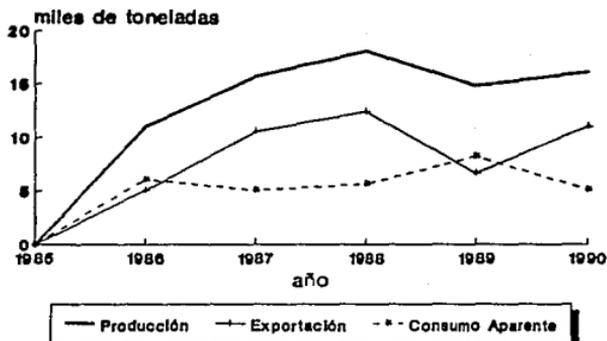
Productos industriales, contenedores, cajas, etc.

Termoformado.

Piezas de ingeniería.

Soplado. Botellas y recipientes huecos.

El PET encuentra diversas aplicaciones por el excelente balance de sus propiedades que tiene en función del nivel de orientación y el cumplimiento de la FDA(Foods & Drugs Administration)(31',32'), lo cual lo hace óptimo para utilizarse en envases para alimentos condimentados, jugos, vinos, industria automotriz y carcazas de electrodomésticos.



Fuente. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción*	0	11000	15672	18093	14853	16092
Importación	69	170	2	34	81	80
Exportación**	0	6076	10573	12449	6694	11036
C. Aparente	69	6094	5101	5678	8240	5136
Incto.C.A.%	n.d.	n.d.	(18.3)	11.3	45.1	(37.7)
Cap. Inst.	7200	17100	17100	17100	17100	18900

* Grado botella

** Productores: Celanese Mexicana, S.A. y Kimex S.A. de C.V.
n.d. no se presentan datos por tratarse de la introducción del polímero en el mercado.

POLIETILEN TEREFALATO

TABLA 20

POLIETILEN TEREFTALATO

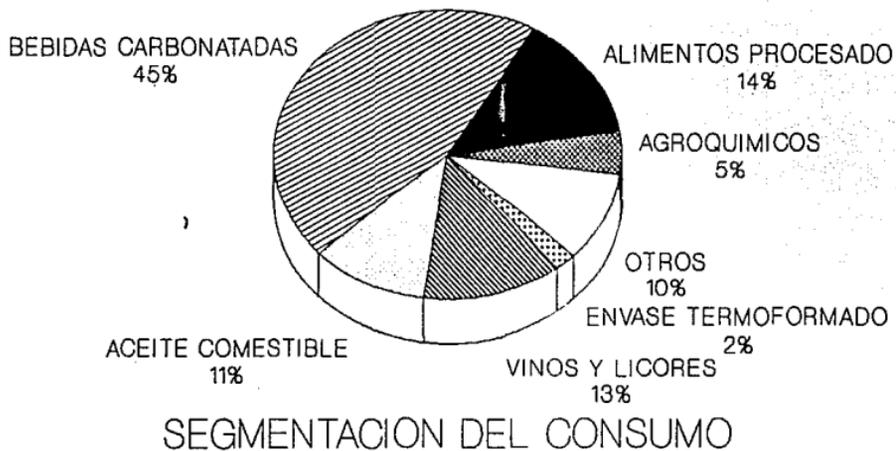


FIG. 13

SITUACION ECONOMICA

PRODUCCION

En el periodo de 1985 a 1990 se ha presentado un crecimiento progresivo de la producción con una tasa de crecimiento media anual del 17.3% para los últimos años, basandose en que la producción se realiza explotando del 85% al 95% de la capacidad instalada, constituida solamente por Celanese Mexicana S.A. y Kimex S.A.. Se nota que a pesar que la producción no es demandada internamente ambas empresas continúan con una adecuada política de exportación, aunque presentan disminuciones temporales por la apertura comercial en 1989.

IMPORTACION

Como la producción nacional cubre la demanda interna tanto en volumen, calidad y precio, las importaciones de PET grado botella son poco significativas, representando 0.9% y 1.5% del consumo aparente durante 1989 y 1990 respectivamente.

EXPORTACION

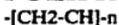
El comercio exterior del PET ha creado el rubro comercial más importante para las empresas productoras, llegando en 1990 a representar las exportaciones el 68% de la producción nacional, como puede observarse en la tabla 20.

CONSUMO APARENTE

En su etapa de introducción en el Mercado Nacional, el PET presenta un comportamiento de crecimiento con altibajos como se observa en la tabla 20; analizando los últimos tres años se espera un aumento superior al 30% anual con el comportamiento en 1990.

Consumo por sectores. Su principal tendencia de crecimiento en consumo y aplicaciones es en la producción de botellas para bebidas carbonatadas por ser buena barrera al bióxido de carbono, en segundo término esta en envases de productos alimenticios ya sea como material base o recubrimiento de sustratos como por ejemplo: para fabricar envases para conservas, mayonesa, mermeladas, vinos y licores, agroquímicos y lámina para termoformado. Por lo que se espera una tendencia de crecimiento constante de este polímero como material de envase.

POLIPROPILENO PP



El polipropileno es un polímero termoplástico muy versátil, obtenido por la polimerización del gas propileno mediante el proceso en fase gas de Union Carbide Corp., al polimerizarse el polipropileno adquiere una excelente resistencia contra temperaturas altas, buena resistencia química, mecánica y eléctrica. Se combina en ocasiones con etileno dando lugar al polipropileno copolímero, existiendo con esto dos tipos esenciales.

El PP homopolímero tiene buena resistencia térmica, a la tensión, elongación y no es atacado por medios corrosivos abajo de 80C, se puede esterilizar mediante radiación gamma. Tiene bajos costos aunque una desventaja es su dificultad de impresión, pintado y engomado. El PP tipo copolímero presenta menor resistencia química y térmica, pero mayor resistencia al impacto desde el 30% al 100%, se producen también terpolímeros con una transparencia mejorada y temperaturas de fusión especialmente bajas, utilizadas para el sellado de películas de polipropileno y polietileno.

Es un material altamente cristalino que fabrica piezas translúcidas a opacas, pero que con adición de clarificantes se obtienen botellas totalmente transparentes; con la adición de aditivos aumenta su resistencia a la temperatura de 110C a 150C, al impacto, tensión y aislamiento. Presenta buena barrera a la humedad, al oxígeno y nitrógeno, resistencia a las grasas por lo que es clásico en envolturas de botanas y laminaciones interactuando con el alimento.

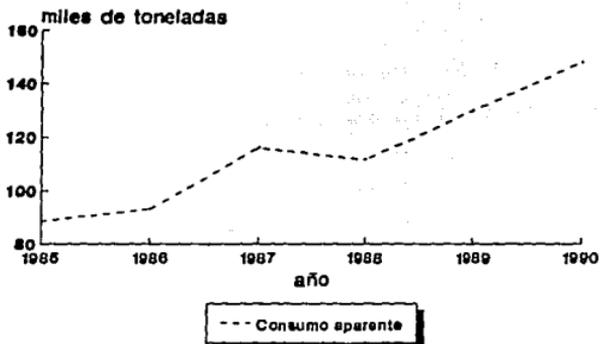
Se puede transformar mediante las técnicas de transformación siguientes:

TECNICA DE TRANSFORMACION. PRODUCTOS

Extrusión.	Recubrimientos, película orientada, no orientada y biorientada, tubo, fibra y filamento.
Termoconformado e Inyección.	Envases cilíndricos, empaques, contenedores y juguetes.
Soplado.	Envases alimenticios huecos.

Su principal aplicación es como rafia para costal de azúcar, granos y productos alimenticios, en segundo término en envases de alimentos por medio de laminaciones y coextrusión

nes, con más aplicación en botanas, dulces, productos secos y carnes frías. Aunque actualmente se importa todo el PP ya existen en México en situación de arranque plantas modernas de PP, lo cual se pronostica un buen mercado para la aplicación de este polímero



Fuente. ANIQ, PEMEX, IMPI Y SECOFI.

TONELADAS	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Producción**	0	0	0	0	0	0
Importación	88685	93159	116984	111670	131238	147729
Exportación	0	0	0	0	1232	0
C. Aparente	88685	93159	116984	111670	130008	147729
Incto.C.A.%	48.1	6.2	24.6	(3.7)	16.4	13.6
Cap. Inst.**	0	0	0	0	0	0

** Existe un proyecto de PEMEX por: 100000 T/A Status: Arranque (Morelos Ver.). Existe un proyecto de IDELPRO por: 150000 T/A Status: Construcción.

POLIPROPILENO

TABLA 21

POLIPROPILENO

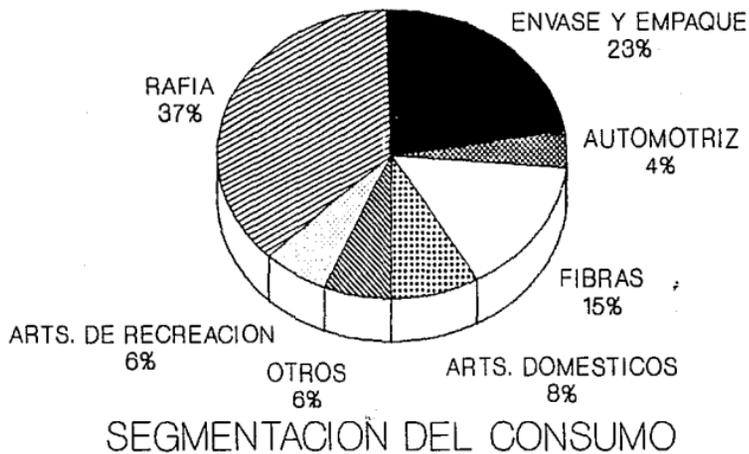


FIG. 14

SITUACION ECONOMICA

PRODUCCION

No se cuentan con plantas productoras de polipropileno en México, pero existe un proyecto de PEMEX (Morelos Ver.) por 100000 T/A en status:arranque, y por otro proyecto de IDELPRO por 150000m T/A en status:construcción que se espera arranquen de 1992 a 1993 y cubran la demanda interna.

IMPORTACION Y CONSUMO APARENTE

Como el consumo interno se abastece por las importaciones se considera como consumo real, el cual durante el periodo de 1985 a 1990 se observo con un comportamiento progresivo más o menos constante como se observa en la tabla 21, con una tasa de crecimiento media anual del 15%, siendo las principales empresas importadoras y consumidoras: Celanese Mexicana S.A., Rafitek S.A. e Industrias Polifil S.A..

CONSUMO POR SECTORES

El mayor consumo como se observa en la figura 14 se utiliza en la transformación de película y recubrimiento de recipientes para envasado de alimentos, aparte de la rafia y fibra para costales y con menor aplicación en artículos de recreación y electrodomésticos. Por la situación del desarrollo de mercados con la apertura comercial presente, se espera que a corto plazo los transformadores nacionales se dirijan a la obtención de los mercados de la película orientada y el envase de polipropileno clarificado para uso en envases de alimentos, así como plásticos de ingeniería y reforzados para el sector automotriz y electrodoméstico.

CONCLUSIONES

La industria alimenticia nacional requiere de un material para envases que reduzca los costos del envasado y permita utilizar la tecnología ya existente.

La situación de la casi nula producción del estaño en México, presenta como consecuencias la alta importación del estaño como materia prima para producir la hojalata y las altas importaciones tanto de lámina y envases de hojalata ya fabricados.

El envase metálico de hojalata sigue siendo el más utilizado en México, a pesar de los problemas de contaminación de los alimentos por su corrosión y sus altas importaciones, debido también al bajo desarrollo en materiales poliméricos como envase de alimentos.

El acero en México presenta un próspero comportamiento y tiende a utilizarse más en el área de envases como es la tendencia mundial.

Los polímeros propuestos presentan la tendencia a sustituir la utilización del metal y vidrio como material de envase de alimentos por su diversidad de propiedades, tipos y aplicaciones, cada uno de ellos muestra una situación económica próspera tanto en su producción y utilización como envase de alimentos.

La alternativa aquí propuesta provee de un material para envase de alimentos que al combinar las propiedades del metal y las propiedades del o los polímeros que constituyen el recubrimiento, disminuye los problemas de contaminación de los alimentos por la corrosión, con la posibilidad de poder reciclar el acero y el polímero reduciendo los desechos de envases de alimentos.

México necesita aprovechar sus recursos naturales y humanos para salir adelante ante la situación en que se encuentra.

BIBLIOGRAFIA TEMATICA

1. FONTANA G. MARS, "Corrosion Engineering". Mc Graw Hill, N.Y. 1985.
2. RAUB ERNST, "Fundamentals of Metal Deposition". Ed. Elsevier, Amsterdam 1967.
3. BEHAEV DIMITRI, "A Handbook of the Metallurgy of Tin". Ed. Macmillan N.Y. 1963.
4. WEST JOHN MICHAEL, "Electrodeposition and Corrosion Processes". Ed. Van Nostrand Reibold, London 1970.
5. JOEL FRADOS EDITOR, "Plastics Engineering Handbook" Extrusion Coating. 4a edición Ed. Van Nostran Reinhold N.Y. 1976
6. DONALD V. ROSATO, "Plastics Processing Data Handbook" Coatings. Ed. Van Nostran Reinhold N.Y. 1990
7. "Extrusion Coatings" Guide, Methods, Machinery & Auxiliary Equipment. Modern Plastics Encyclopedia 1989.
8. RANGEL NAFAILLE CARLOS, "Interrelación de los Materiales Poliméricos con la Energía. Estudio Prospectivo de la Situación en México". Instituto de Investigación en Materiales, U.N.A.M. México 1988.
9. TORAY RESEARCH CENTER INC. "New Development in Functional Packaging Materials" Information on Frontier Technology and Future Trends. Toray Research Center Inc. Japón 1991.

HEMEROGRAFIA TEMATICA

- 1'. MACRO ANALISIS, La Economía Hoy "La Industria en México". Ed. Especial Tercer Aniversario. CANACINTRA, Mayo 1991.
- 2'. DIANE L. TAYLOR, "Canned Foods" state of the industry/Canned Foods. Food Engineering, Vol.57 #8, Agosto 1985.

- 3'. J. MACHO QUEVEDO, "El Envase Metálico en las Conservas de Productos Alimenticios". Alimentaria #143, Junio 1983
- 4'. ASOC. METALGRAFICA ESPAÑOLA, "El Futuro de los Envases Metálicos en la Industria Alimentaria". Alimentaria #140, Marzo 1983.
- 5'. DANIEL J. MAYKUTH, "Hot Dip Tin Coating of Steel & Cast Iron" Tin Research Institute Inc. Encyclopedia of Chemical Technology 3a ed. vol.23.
- 6'. PAUL E. DAVIS, "Tin Plating" Tin Research Institute Inc. ECT 3a ed. vol 23.
- 7'. D.J. MAYKEN, "Tin & Tin Alloys". ECT 3a ed. vol. 23.
- 8'. F.A. LUWENHEIM, "Electroplating" M&T chemicals Inc. ECT 3a ed. vol. 8.
- 9'. DEAN M. BERGER, "Corrosion Theory" Gilbert/Commonwealth. Metals Handbook, 9a ed. vol.3, American Society for Metals.
- 10'. R.E. BEESE, "Tinplate (corrosion)". Metals Handbook, 9a ed. Vol 5.
- 11'. M.H. LAWSON, "Protection of Steel from Corrosion", cap. corrosion of carbon steels. Metals Handbook, 9a ed. Vol.3..
- 12'. HARVIE H. LEE, "Metallic Coated Steels" Incan Steel Co.. Metals Handbook, 9a ed. Vol.3.
- 13'. JAMES H. BRYSON, "Organic Coated Steels" Incan Steel Co.. Metals Handbook, 9ed. Vol.3.
- 14'. KENNETH B. TATOR, "Organic Coatings & Linings" KTA-Tator Inc. Metals Handbook, 9a ed. Vol.3.
- 15'. C. BARROS, "El Envasado Aséptico de Productos Alimenticios". Alimentaria #180, Marzo 1987.
- 16'. BILL SAUNDERS, SECTION PACKAGING, "New Horizons for Steels". Food Engineering, Vol.61, #7, Julio 1989.
- 17'. STEEL CAN RECYCLING INSTITUTE, "Steel Can Recycling Show Impressive Gains". Food Eng. Vol.63, #8, Agosto 1991

- 18'. WAYNE WHITEHEAD, "High Barrier". Food Eng. Vol.57, #2, Febrero 1985.
- 19'. ROGER GATES, "Permeable Films". Food Eng. Vol.57, #2, Febrero 1985.
- 20'. WILLIAM H. LEMAIRE, "Coex '85". Food Eng. Vol.57, #12, Diciembre 1985.
- 21'. RICHARD A.L. EIDMAN y FRANK G. MAROS, Dupont Inc. "Barrier Resins Hold Key to Plastics Food Packaging". Plastics Engineering, Vol.42, #3, Marzo 1986.
- 22'. PAUL SCHREIBER, "Delivering The Goods in Plastics Packaging". Plastics Engineering, Vol.42, #5, Mayo 1986.
- 23'. D. REYNAL RAMON, "Aplicabilidad de los Materiales Poliméricos en el Envase de Alimentos" Jornadas Técnicas Hispack 87. Alimentaria #182, Mayo 1987.
- 24'. LORENZO RAMOS ALVARO, "Los Envases y Embalajes de Plástico. Una Realidad de Hoy". Alimentaria #139, Febrero 1983.
- 25'. KEITH R. KREISHER, "Extrusion Coatings Becomes More Sophisticated". Modern Plastics International, Vol 25, #12, Diciembre 1990
- 26'. ROBERT BURNS, "Mexico's Bid to Modernize its Plastics Industry Impacts North America". Modern Plastics, Vol.69, #1, Enero 1992.
- 27'. H.MUNSTEDT y H.J.WOLTER, "Polietileno de Baja Densidad". Plásticos Universales Vol.35, #7/enero-febrero 1991
- 28'. C. GUNDRO, "Polietileno de Alta Densidad". Plásticos Universales Vol.35, #7/enero-febrero 1991.
- 29'. H. JENNE LUDWIGSHAFEN, "Poliestireno". Plásticos Universales Vol.35, #10/julio-agosto 1991.
- 30'. E. SEILER y B. GOLLER, "Polipropileno". Plásticos Universales Vol.35, #7/enero-febrero 1991.
- 31'. SCHARWITZ P., "Regulatory Requirements for New Packaging Materials and Processing Technologies". Food Technology, Vol.39, #12.
- 32'. Code of Federal Regulations. Foods and Drugs Administration.

OTRAS FUENTES:

1°. CAMARA MINERA DE MEXICO, " LIV Asamblea General Ordinaria 1991" Situación General de la Minería. CAMIMEX 1991

2°. CERVANTES GONZALEZ JESUS, "Comportamiento de los precios de los productos primarios no renovables". Minería-CAMIMEX. Revista de la Camara Minera de México, vol. VII, #5, enero-marzo 1991.

3°. ANUARIO ESTADISTICO DE LA INDUSTRIA QUIMICA (ANIQ). Edición 1991

4°. ANUARIO DE LOS PLASTICOS 1990. Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IM-PI).

5°. CIRCULARES DE ESTUDIOS ECONOMICOS 1991, Gerencia de Análisis y Evaluación Económica. Camara Nacional de la Industria del Acero (CANACERO).

1991-08-01. Producción Nacional de Materiales Siderúrgicos Básicos, Laminados y Tubulares 1985-1990

1991-05-07. Importación Nacional de Materias Primas y Productos Siderúrgicos 1985-1990.

1991-06-27. Exportación Nacional de Materias Primas y Productos Siderúrgicos 1985-1990.

1991-08-22. Consumo Nacional Aparente de Productos Siderúrgicos 1985-1990.

1991-09-12. Embarques de Productos Planos por Mercados Consumidores durante 1987-1990.

1991-09-06. Ventas Facturadas de Productos Planos por Estados de la República Mexicana durante 1987-1990.