

74/63



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

## POLIMEROS UTILIZADOS COMO ENVASE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A :  
ALMA LOURDES MACIAS PIMENTEL

MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1989



## **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.

## INDICE

1.-	Introducción	1
2.-	Objetivos	2
	2.1 Objetivo General	2
	2.2 Objetivo Especifico	2
3.-	Importancia del uso de polímeros y empaques de alimentos	3
4.-	Polímeros utilizados como envases y empaques de alimentos	5
	4.1 Empaques. Características generales	5
	4.1.1 Formas	5
	4.1.2 Materiales	6
	4.1.3 Requerimientos legales	6
	4.1.4 Requerimientos adicionales	6
	4.1.5 Métodos de manufactura	7
	4.1.6 Ventajas y desventajas de los plásticos y otros materiales usados en envase y empaque de alimentos	7
	4.2 Empaques flexibles	12
	4.2.1 Nomenclatura del empaque flexible	12
	4.2.2 Películas	13
	4.2.3 Laminados	24
	4.2.3.1 Bolsas	25
	4.2.3.2 Bolsa en caja	29
	4.2.3.3 Empaques asépticos	30
4.3	Empaques rígidos	32
	4.3.1 Lata plástica	33
	4.3.2 Botellas	34
	4.3.3 Contenedores para envasar a temp. elevadas	36
	4.3.4 Tapa plástica	38
5.-	Sistema de Control de calidad para materiales de empaque	42
	5.1 Regulaciones Gubernamentales	42
	5.2 Pruebas de Control de Calidad	43
	5.3 Normas oficiales Mexicanas	46
6.-	Toxicidad de materiales poliméricos usados como material de empaque	51
	6.1 Regulaciones USA	53
	6.2 Regulaciones URSS	56
	6.3 Algunos casos específicos	58

6.4	Responsabilidad en la higiene de los envases para alimentos	60
6.5	Normalización de envases	60
6.6	Empaque y medio ambiente	62
7.-	Análisis Económico de los Contenedores Poliméricos	63
7.1	Panorama mundial	63
7.2	Panorama en México	63
8.-	Discusión	74
9.-	Conclusiones	78
10.-	Bibliografía	80

## 1.- INTRODUCCION.-

A partir de los años 50's, se ha observado una rápida expansión de la industria debido al crecimiento de la población y a los cambios en los hábitos de consumo hacia los productos industrializados.

La variedad de alimentos y sus múltiples presentaciones, así como los diversos requerimientos de almacenamiento y transportación, a fin de asegurar que el consumidor reciba el producto con sus propiedades nutricionales y sensoriales, con una presentación accesible; han hecho al envase una rama importante dentro de la industria de alimentos.

Los procesos de preservación y empaque hacen al producto disponible en todas las estaciones y a menor costo; evitando pérdidas al permitir acumularlo si no puede ser vendido inmediatamente.

El empaque debe contener, proteger (contra contaminaciones, factores ambientales, daños propios del manejo y transporte); al almacenar el producto hasta llegar a manos del consumidor durante un tiempo conveniente de comercialización.

Si el empaque es deficiente puede anular lo que se ha logrado con las prácticas más meticulosas de manufactura.

Es evidente que los empaques deben ser libres de sustancias tóxicas y ser compatibles con el alimento, tanto para proteger la salud del consumidor como para evitar cambios en apariencia, color, sabor y textura que resulten en pérdidas económicas.

Por ser el empaque fundamental dentro de la industria alimentaria, es necesario el absoluto control del mismo como materia prima, así como la aplicación de cada uno de acuerdo a sus características y propiedades considerando los requerimientos de empaque para cada alimento.

Es necesario considerar finalmente que la función del empaque es transitoria. Una vez que se consume el producto, se desecha. Es por lo tanto necesario racionalizar su fabricación y empleo, considerando el reciclaje como opción importante.

## 2.- OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL.-

Analizar el impacto y la problemática del uso de contenedores y empaques de naturaleza polimérica en la industria alimentaria.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.-

Conocer los principales materiales poliméricos utilizados en la fabricación de envases y empaques para alimentos, así como sus características, restricciones y aplicaciones.

Mostrar las ventajas y desventajas que presentan dichos materiales en relación a los tradicionales en manufactura, usos y costo.

Señalar las innovaciones y tendencias en el empaqueo de alimentos.

Indicar la importancia del control de calidad de contenedores y empaques dentro de la industria y las pruebas que lo conforman.

Analizar la reglamentación nacional e internacional que rige a los materiales poliméricos destinados a estar en contacto con alimentos.

Analizar el crecimiento que ha tenido el uso de materiales poliméricos en ésta área y su efecto económico.

### 3.- IMPORTANCIA DE LOS POLIMEROS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS.-

Una de las consecuencias de la 2da. Guerra Mundial fue el impulso de las investigaciones, que dieron como resultado nuevos materiales y mejoramiento de los polímeros, introduciéndolos a la tecnología de la transformación y usos en envases y embalajes.

Se crean industrias con máquinas y aparatos cada vez más complejos y perfeccionados hasta lograr que hoy en día los plásticos ocupen los primeros lugares en importancia económica; tanto por su dimensión, como por la sofisticación de sus aplicaciones. (1)

Dichos materiales se encuentran presentes a nivel mundial en todos los mercados de consumo; representando para el empaque y envase el 21%, sólo superado por el de la construcción con un 25%. (2)

Hay 4 factores importantes que cambiaron las perspectivas del empaque:

- Conservación.- de capital, medio ambiente, energía, material.
- Conceptos de sistemas.- Ecología, mercado, manufactura.
- Perspectiva a largo plazo.- Planeación de estrategia para el futuro.
- Mercadotecnia.- Productos especiales para necesidades especiales, requieren empaques especiales (3)

Los materiales plásticos cubren todas las características para ser empleados como envases y empaques de alimentos con mayor ventaja en relación a los materiales tradicionales. (2)

Gracias a los envases poliméricos se han podido conservar más y mejor los alimentos; además de darle al consumidor mayor opción de presentación, tamaño, etc.; ya sea empleados solos o con vidrio, papel y hojas metálicas.

Los factores que han sido decisivos para el extraordinario desarrollo de estos materiales son:

- Las propiedades físicas, químicas y mecánicas que ofrecen para empacar los alimentos.
- La excelente capacidad de transformación en máquinas cada vez más rápidas en las líneas de envasado.
- La creciente aceptación del productor, comerciante y consumidor.

El mercado ya no puede prescindir de los materiales plásticos. El consumidor que posee en la actualidad costumbres de vida, de alimentación y de compra distintos, aprecia este envase porque protege, muestra con frecuencia el producto, informa, es ligero, fácil de almacenar y desplazar, con mínimas posibilidades de roturas y proporciona seguridad al producto contenido. (4)

Areas de nuevos desarrollos incluyen polímeros barrera, envases para hornos de microondas, porciones individuales, sistemas de formado/llenado/ sellado, llenado a alta velocidad, procesamiento de alta tecnología, sistema de reciclado y reuso. (3)



#### 4.- POLIMEROS UTILIZADOS COMO ENVASES Y EMPAQUES DE ALIMENTOS.-

##### 4.1 EMPAQUES. CARACTERISTICAS GENERALES

Un empaque es una estructura diseñada para contener un producto alimenticio.

- a) Para hacerlo más fácil y seguro de transportar.
- b) Para proteger al producto contra la contaminación y factores ambientales (5) como:
  - Humedad: preservación de frescura
  - Luz : minimizar la absorción de luz ultravioleta que puede iniciar las reacciones de oxidación.
  - Gas : reducir la permeación para evitar oxidación.
  - Aroma : proteger de olores ajenos y preservar el sabor/aroma original.
  - Microorganismos: evitar su contacto con el alimento que puede resultar en envenenamiento y desperdicio.
  - Roedores e insectos: proteger de infestaciones (6)
- c) Proteger el producto contra daños relacionados a la manipulación.
- d) Para dar una imagen conveniente para la distribución de producto (5)

Un empaque puede ser diseñado por una compañía que desarrolla un concepto para un amplio potencial de usos; ó para un producto a razón específica.

##### 4.1.1 FORMAS.-

- a) Botellas
- b) Cilindros que se abren por la parte superior (latas)
- c) Paralelepípedos o "cuadrados"
- d) Irregulares, formados en tres dimensiones
- e) Cilindros con aerosoles distribuidos con presión
- f) Bolsas
- g) Redondeados
- h) Cartones
- i) Tubos colapsables (7)

#### 4.1.2 MATERIALES.-

La selección de materiales debe estar basada en el apropiado criterio de funcionalidad; requiriéndose entre otras cosas:

- a) Absoluta no-inter-acción, con el contenido
- b) Barrera a vapor de agua, gases y luz
- c) Estabilidad térmica durante el proceso
- d) Adecuada resistencia mecánica; incluyendo a punción y a gota, vibración, impacto, presión en diferentes condiciones climáticas de almacenamiento y uso.

La flexibilidad y versatilidad de los plásticos que pueden ser producidos en gran cantidad de combinaciones, garantizan su uso en cualquiera de los empaques. (7)

#### 4.1.3 REQUERIMIENTOS LEGALES.-

Entre los aspectos que se abarcan están:

- a) Información en la etiqueta
- b) Consideraciones de Seguridad de envase y tapa
- c) Protección adecuada para garantizar que el producto permanece en condiciones seguras y satisfactorias
- d) Empaque apropiado, así como las condiciones de almacenamiento (7)

#### 4.1.4 REQUERIMIENTOS ADICIONALES.-

Hay otros componentes como adhesivos, tapas, etiquetas, etc., que requieren :

- Tapas: permeabilidad, resistencia al impacto, exactitud de dimensiones.
- Etiquetas: resistencia a abrasión, compatibilidad con producto y sustituto.(7)

La impresión u otra decoración del exterior del empaque sirve para:

- a) Identificar el contenido como tipo y calidad
- b) Identificar al productor y grado de calidad
- c) Atraer la atención del comprador
- d) Instruir al consumidor en el uso del producto (7)

#### 4.1.5 METODOS DE MANUFACTURA

En cuanto a la forma del envase y empaque, se elaboran normalmente:

- a) Por inyección: botes, bandejas, vasos y envases tubulares
- b) Por inyección-soplado: botellas pequeñas, tarros, bolsas
- c) Por extrusión y calandrado: láminas, bolsas, sacos y cajas plegables
- d) Por extrusión-soplado: botellas, tarros, bidones
- e) Por termoformado: vasos, tarros, bandejas (4,7)

#### 4.1.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLASTICOS Y OTROS MATERIALES USADOS EN ENVASE Y EMPAQUE DE ALIMENTOS.-

Los materiales poliméricos prácticamente no absorben humedad (menos del 0.5%), tienen alta resistencia química y mecánica, requieren poco tiempo en su fabricación, son ligeros, tienen buen aislamiento térmico, presentan barrera a gases y vapor de agua, pueden ser transparentes u opacos.

La madera presenta resistencia a golpes y a la compresión en el agua, sin embargo, es sensible a los cambios de temperatura y liberan resinas.

Los metales tienen alta resistencia física a ruptura y deformaciones, impermeables a gases y vapor de agua, no permiten el paso de luz ultravioleta; aunque, a excepción del acero inoxidable, su resistencia química es baja; son opacos, pesados y de alto costo.

El vidrio posee excelentes propiedades ópticas (transparencia, brillantez), impermeabilidad a gases y vapor de agua, alta resistencia química. Es frágil, pesado, debido al espesor grueso para conseguir resistencia e impermeabilidad.

El papel y el cartón tienen bajo costo, aceptable resistencia física, facilidad de impresión, no conducen el calor y pesan poco. Son opacos, sin resistencia química, necesitan estar recubiertos y no son barrera a gases y vapor de agua. (2)

**MATERIAL**

**FORMAS POSIBLES DE ENVASES**

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
ALUMINIO	.	.	.	.	.	.			.	EN FORMA DE HOJA
VIDRIO	.			.	.					
HOJALATA/SIN ACERO	.	.	.	.	.					
CARTON		.	.	.		.		.		
PAPEL		.	.	.		.		.		
PLASTICOS	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
LAMINADOS FLEXIBLES		.	.	.		.	.	.	.	

a: botellas

b: cilindros

c: paralelepípedos

d: irregulares

e: aerosoles y distribuidos con presión

f: bolsas

g: redondeados

h: cartones

i: tubos colapsables

PROCESOS DE ELABORACION HABITUALES DE ENVASES Y EMPAQUES  
EN CONTACTO DIRECTO CON ALIMENTOS (4)

ALIMENTOS	PROCESO DE ELABORACION				
	INYECCION	INYECCION SOPLADO	EXTRUSION Y CALANDRADA	EXTRUSION SOPLADO	TERMOCON-FORMADO
Carnes frescas o congeladas	HDPE,PP		LDPE,PVDC HDPE,PVC PP		HDPE,PP PS
Carnes crudas	HDPE,PP		PA,PA/LDPE PVDC,PP,PVC HDPE,PETP/ LDPE		
Embutidos			PA,PA/LDPE DETPE/LDPE PVDC		
Pescados frescos o congelados	LDPE,PP		PETP/LDPE LDPE,PP PVC/LDPE		PS HDPE,PP
Pescados semiconservados o crudos	HDPE,PP		HDPE/PVC HDPE,PP PVDC		PVC
Moluscos y crustáceos sin caparazón	HDPE,PP		HDPE,PP PETP/LDPE PVC/LDPE		
Leche fresca			LDPE	HDPE,PP	
Leche pasteurizada				HDPE,PP	
Leche en polvo	HDPE,PP ABS		PETP/PE	HDPE,PP PVC	
Yogurth	HDPE,PS PP	PS		HDPE	PVC,PS
Crema	HDPE,ABS PP		PVDC	HDPE	PVC,ABS
Mantequilla			PVDC		PVC ABS
Quesos			LDPE,PP PA/LDPE		ABS

ALIMENTOS	PROCESO DE ELABORACION				
	INYECCION	INYECCION SOPLADO	EXTRUSION Y CALANDRADA	EXTRUSION SOPLADO	TERMOCON-FORMADO
Helados					PS
Frutas y vegetales			HDPE		
Frescos y congelados	HDPE,PP		LDPE,PP		
Frutas y vegetales deshidratados			PETP/LDPE PVDC		
Aceitunas en salmuera		PVC	PETP/LDPE	PVC	
Leguminosas y cereales			HDPE,PP PVDC	HDPE,PVC	
Oleaginosas con cáscara			LDPE		
Mermeladas, jarabes y confituras	HDPE,PS PP	PVC		HDPE, LDPE/PETP	PVC,PS
Jugos de frutas			PETP/LDPE	HDPE,PVC PP	
Jugos de frutas cí- tricas			PETP/LDPE		
Vinagres			PETP/LDPE	HDPE,PVC PP	
Bebidas sin gas				HDPE,PVC PP	
Cervezas			PETP	PVC	
Galletas y repostería	HDPE,PP		PVDC		PVC,PS
Dulces			PETP/LDPE PVDC		PVC,PS
Chocolates			PVDC		PVDC ABS
Cacao y derivados	PS,HDPE PP	PS	HDPE,PP PVC,PVDC PETP/PE	HDPE,PP PVC	
Aceites vegetales			PETP/LDPE	HDPE,PP LDPE,PVC	

ALIMENTOS	PROCESO DE ELABORACION				
	INYECCION	INYECCION SOPLADO	EXTRUSION Y CALANDRADA	EXTRUSION SOPLADO	TERMOCON-FORMADO
Salsas con menos del 20% de grasas	ABS,PP		PETP/LOPE	PP	HDPE,PVC
Salsas con más del 20% de grasas	HDPE,ABS		PETP/LOPE	HDPE,PVC	PP
Platos preparados			PETP/PP PVDC PETP/HDPE		PS ABS PVC
EducOLORANTES naturales			HDPE,PP		
Café	ABS	PVC			

LDPE	:	Poliétileno de baja densidad
HDPE	:	Poliétileno de alta densidad
PP	:	Polipropileno
PVC	:	Policloruro de vinilo
PS	:	Poliestireno
ABS	:	Copolímeros de acrílico-butadieno-estireno
PETP	:	Poliétilentereftalato
PA	:	Poliámidas
PVDC	:	Policloruro de vinilideno

MATERIALES POLIMERICOS EMPLEADOS EN PELICULAS

NOMBRE DEL POLIMERO	MANOMERO	UNIDAD ESTRUCTURAL
POLIETILENO	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	$\text{-(CH}_2 - \text{CH}_2\text{)-}$
POLIPROPILENO	$\text{CH}_2 = \begin{matrix} \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	$\text{-(CH}_2 - \begin{matrix} \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{matrix}\text{)-}$
POLIESTIRENO	$\text{CH}_2 = \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{matrix}$	$\text{-(CH - } \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{matrix}\text{)-}$
ACETATO DE POLIVINILO	$\text{CH}_2 = \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{C=O} \\   \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	$\text{-(CH}_2 - \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{C=O} \\   \\ \text{CH}_3 \end{matrix}\text{)-}$
ALCOHOL POLIVINILICO	$\text{(CH}_2 - \begin{matrix} \text{CH-} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{C=O} \\   \\ \text{CH}_3 \end{matrix}\text{)-}$	$\xrightarrow[\text{CAT}]{\text{H}_2\text{O}}$ $\text{-(CH}_2 - \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{OH} \end{matrix}\text{)-}$
POLICLORURO DE VINILIDENO	$\text{CH}_2 = \text{CCl}_2$	$\text{-(CH}_2 - \text{CCl}_2\text{)-}$
POLICLORURO DE VINILO	$\text{CH}_2 = \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{matrix}$	$\text{-(CH}_2 - \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{matrix}\text{)-}$
ACRILICAS	$\text{CH}_2 = \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{C=O} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{R} \end{matrix}$	$\text{-(CH}_2 - \begin{matrix} \text{CH} \\   \\ \text{C=O} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{R} \end{matrix}\text{)-}$
POLIAMIDAS	$\text{NH}_2\text{-R-COOH}$ Si R: $(\text{-CH}_2)_{10}$ Nylon 11 Si R: $(\text{CH}_2)_4$ y R': $(\text{CH}_2)_6$ Nylon 6,6	$\text{-(HN-R-CO)-}$ $\text{( } \begin{matrix} \text{C-R-C-NH-R'NH} \\   \quad   \\ \text{O} \quad \text{O} \end{matrix}\text{)}$



#### 4.2 EMPAQUES FLEXIBLES.-

Los empaques flexibles, un segmento de la industria del empackado, ha mostrado en los últimos años gran crecimiento, siendo la razón principal su versatilidad.

Para producir materiales flexibles hay alrededor de una docena de compuestos básicos, con más de 160 posibles combinaciones, que generan nuevas ideas para resolver los problemas de empackar alimentos. (8)

Es sorprendente el impacto de los materiales sintéticos para empaques flexibles: películas, laminados, co-extruidos; que continúan creciendo y que han dado origen a nuevos productos alimenticios de alta calidad. (9)

Los empaques flexibles están hechos de materiales cuya forma final conforma y esta dada por el producto empackado. (5)

##### 4.2.1 NOMENCLATURA DEL EMPAQUE FLEXIBLE.-

**Película:** Un material no fibroso, básicamente orgánica, delgado, hecho por extrusión, fundido, calandreado. Se obtiene por regeneración de polímeros a partir de compuestos plásticos o celulósicos en grosor no mayor de 3 milésimas de pulgada. Se usan generalmente en bolsas, envolturas y empaques que encogen.

**Película básica:** Una película que es homogénea en sección cruzada. Esta compuesta por copolímeros, ionómeros ó sustancias químicas similares y/o mezclas de éstos.

**Rollo Estructurado:** Un rollo que no es homogéneo en sección cruzada y es ta compuesto de dos o más materiales similares. Se produce por laminación cobertura, co-extrusión o cualquier combinación de estas.

**Rollo Compuesto o Mixto:** Un rollo que no es homogéneo en sección cruzada y esta compuesto de dos materiales o más no similares. Se producen por la minación o cobertura.

**Laminado:** Producido por la combinación de dos o más materiales con agente adhesivo o por unión térmica directa. Los adhesivos pueden ser deposita dos por emulsión o dispersión o deposición de resina seca.

Pueden ser aplicados como coberturas sellables con calor antes de la laminación.

**Cobertura:** Una delgada capa de cera y/o resina depositada en un sustrato. Son aplicadas por dispersión, emulsión, solución solvente o polvos.

**Co-extruido:** Una combinación de dos o más termoplásticos extruídos como - una entidad por dados especiales o hechos por combinación de termoplásticos extruídos antes de que endurezcan (10).

#### 4.2.2 PELICULAS

##### POLIETILENO (PE)

Es un polímero de etileno obtenido por dos diferentes procesos. El polietileno de alta presión se produce por exposición del etileno a temperaturas entre 150 y 200° C a una presión de 1200 atm en presencia de trazas de oxígeno. Esta película es conocida como polietileno de baja densidad (LDPE).

El polietileno a baja presión o de alta densidad (HDPE), se obtiene a temperaturas entre 60 y 160°C y a presión de 40 atm con catalizadores.

En la industria, los términos de HDPE y LDPE se complementan ahora con -- LLDPE o polietileno de baja densidad, lineal. Aunque las propiedades del polímero de alta presión no se logran con el nuevo material, es tal la economía del proceso de baja presión y sin solvente que alrededor de la mitad del mercado que antes dominó el polietileno ramificado LDPE esta en competencia con LLDPE.

El LDPE es una película de bajo costo con moderna resistencia a la tensión. Es barrera a humedad y oxígeno, y algunos no son afectados por aceites minerales y esenciales.

El HDPE ofrece excelente protección a la humedad y mayor resistencia y estabilidad. (5.11)

El polietileno lineal, de alto peso molecular, es denso, lo que refleja su alta cristalinidad.

Puesto que la cristalinidad comprende un empaqueo de las moléculas, la densidad puede utilizarse para medirla. El cambio repentino de volumen -- con la presión para el PE, se debe a la cristalización. El cambio es mayor con el polímero lineal que con el ramificado, debido a que se induce un grado mayor de cristalinidad.

Las características del PE que han conducido a su amplio uso son el bajo costo, facilidad de proceso, excelentes propiedades eléctricas y resistencia química, resistencia al impacto y flexibilidad aún a bajas temperaturas, razonable claridad de películas delgadas, inodoro, baja permeación al vapor de agua.

Las limitaciones del polímero son el bajo punto de ablandamiento, susceptibilidad de los polímeros de bajo peso molecular a sufrir cuarteaduras - cuando se someten a esfuerzos, opacidad del material, apariencia cerosa, - pobre resistencia al rayado, falta de rigidez, baja resistencia a la tensión. (11)

Se han producido películas de PE para envolturas que encogen. Tienen alta claridad y se utilizan para cubrir refrigerios y confituras, manteniendo su tensión durante la distribución y venta.

Este tipo de envolturas se ha convertido en un método aceptado para -- cubiertas de botellas, contenedores y cartón. Por reducir costos su popularidad y demanda ha crecido.

Se encuentra en grosores de 35 a 75 micras y en ancho de 2.2 mm. (12)

También se han usado para empaçar individualmente frutas cítricas, beneficiando la calidad postcosecha por reducir las pérdidas de humedad. Además evita daño a la fruta sana; la difusión del oxígeno y bióxido de carbonos reducida, pero la respiración y calidad de la fruta no se afectan en el almacenamiento.

Esta película tiene un espesor de 27.4 m., transmisión de oxígeno de --- 3477 ml  $O_2/m^2/24$  hrs. a 23°C y 1 atm de presión. (13.14).

Un material de empaque formado por una mezcla de PE de alta y baja densidad laminado con poliéster resiste 125° C durante una hora (1').

Otra película de PE de mediana densidad, etileno co-alcohol vinílico, PE de baja densidad, tiene encogimiento satisfactorio a 120°C y a 160°C es - aplicable para empaçar (2').

Películas elaboradas con 84-95% de PE de baja densidad y 5-16% de PE de - alta densidad, tienen mayor resistencia a la tensión y perforación que -- otra de 100% de PE de baja densidad. (3').

Para películas sellables con calor y desprendibles, se extruyen mezclados polietileno de alta densidad y polipropileno (50:50) y se lamina.

### POLIPROPILENO (PP)

Es producido por polímeros del propileno. Es más rígido fuerte y ligero que el PE. La película tiene baja permeación al vapor de agua, buena resistencia a las grasas, es termoestable y con buen brillo.

En 1954, el Prof. Natta desarrolló polimerización del propileno basándose en los trabajos de Ziegler.

Natta utilizó catalizadores estereoespecíficos para controlar la polimerización, de tal forma que se obtiene el polipropileno isotáctico (altamente cristalino), hallándose los grupos  $\text{CH}_3$  en una determinada ordenación espacial, precisamente en el mismo lado de la cadena -C-C. Sólo una pequeña parte del PP obtenido es de naturaleza atáctica (amorfa), es decir, sin una estructura espacial ordenada en una dirección. Mientras que el PP isotáctico es cristalinizable, el PP atáctico no puede cristalizar debido a su irregular composición molecular.

La película no orientada tiene baja estabilidad a la temperatura y es barrera pobre al gas. Generalmente se usa en la forma orientada. Por el estirado, monoaxial y biaxialmente, la resistencia a la tensión es incrementada. El polipropileno orientado (OPP), se ha vuelto un estándar en la industria del empaque. Hoy en día se ocupa solo o en laminaciones.

Las películas de OPP disponibles ofrecen importantes beneficios: rigidez, buena protección física a productos delicados, atractiva apariencia, resistencia a la tensión, durabilidad, barrera a la humedad y protección de la frescura, apariencia perlada y uniformidad.(15).

Para la fabricación de láminas finas se usa el procedimiento de extrusión de láminas planas. La materia prima se plastifica y comprime después. La lámina enfriada después de la extrusión, se calienta de nuevo hasta el margen termoeelástico y estirada de forma monoaxial y biaxial. El estirado en un eje se realiza en el sentido de marcha de la lámina. Para hacerlo en dos ejes se realiza primero en sentido longitudinal y después en dirección transversal.

Para suprimir al máximo la retracción, puede termofijarse. Este tratamiento se realiza a continuación del estirado, con formación de puntos de ligadura entre las cadenas moleculares filiformes estiradas, que dan como resultado estabilidad dimensional. (16)

Las láminas se convierten en sellables por medio del recubrimiento. Si tienen recubrimiento termosellable por ambas caras a base de poliolefinas tienen como propiedad la elevada resistencia al desgarre, al impacto y a la perforación; excelente resistencia al frío, estabilidad dimensional en los cambios de humedad ambiental; acabado antiestático; resistencia en climas tropicales, transparencia, brillantez, estabilidad ante aceites y grasas, resistencia a los azúcares y ácidos de las frutas, muy baja permeabilidad al vapor de agua, olor y sabor neutros, fisiológicamente inócuo, imprimible, pegable, sellable y recubrible. Por lo anterior es adecuado para el envasado de productos que deben ser protegidos contra la humedad o el secado, sujetos a grandes esfuerzos mecánicos, etc.

Láminas con recubrimiento para sellado en frío son aptas para envasar productos sensibles a la temperatura (chocolates, helado, etc.)

Láminas biorientadas con recubrimiento termosellable pueden ser metalizadas, completando o mejorando sus propiedades. Tienen escasa permeación al vapor de agua y al oxígeno, protegen contra la luz y presentan buen aspecto. Son inócuas, imprimibles, pegables, sellables y recubribles.

Una variante de la lámina termofijada de estirado biaxial es de color blanco nacarado. Recubierta con poliolefina es termosellable por ambas caras y tiene las mismas propiedades que las que carecen de color. Es útil para empacar dulces, pan y pasteles, aperitivos y cárnicos. Hay también para sellado en frío. (16)

#### COPOLIMÉROS DE POLIPROPILENO.-

El polipropileno ofrece resistencia al agua y gas; sin embargo su resistencia al impacto es pobre a baja temperatura.

Para solucionarlo, se introduce en la estructura un segundo monómero, --- usualmente etileno. Como película, el copolímero es opaco. La resistencia al impacto se mejora por la adición de etileno, y sus potenciales incluyen aplicaciones en el moldeo por soplado.

Son particularmente útiles en envolturas que se estiran. Debido a la reducción en cristalinidad, se obtiene un punto de fusión menor. Copolímeros adicionales de PP incluyen la introducción de 1-penteno, 1-buteno, o 2-hexano. Las películas resultantes son claras y con mejor resistencia. (5)

Películas fundidas - extruídas de mezcla de copolímero de etileno-propileno y copolímero 1-buteno-etileno, tienen características autoadheribles. (5')

#### **POLIESTIRENO.-**

Se produce por polimerización de un etileno sustituido con un anillo --- aromático; bajo condiciones que se generan radicales libres. Hay poliestireno de alto impacto, bajo impacto y cristalino.

Un laminado de poliestireno intercalado entre dos películas extruídas de mezcla 30:70 copolímero de butadieno-estireno es resistente al agrietamiento. (6')

Resistente a alimentos oleosos, se ha producido una hoja laminada orientada biaxialmente de poliestireno y un plastificante de una hoja sobrepuesta (7')

#### **ACETATO DE POLIVINILO.-**

Es producido por polimerización de acetato de vinilo con iniciadores tipo peróxido o hidropéroxido (de benzoilo de amilo, etc.), o por polimerización en emulsión con persulfato de potasio, otro iniciador soluble en agua.

Su uso principal es como cubierta de papel; aunque se usa también para carne y queso directamente. (5)

#### ALCOHOLES POLIVINILICOS.-

Son fabricados por hidrólisis de acetato de polivinilo; son solubles en agua e insolubles en muchos solventes orgánicos. Se usan como revestimientos para papel en empaque de aceites y grasas. (5)

#### COPOLIMERO ETILENO-ACETATO DE VINILO (EVA).-

La copolimerización ofrece polímeros con propiedades específicas. El EVA resulta de la copolimerización de etileno y acetato de vinilo.

Es más flexible que el PE; sin embargo, es más permeable al vapor de agua y gases. La resistencia al impacto es excelente y es más claro que el PE. El EVA es térmicamente inestable a altas temperaturas, pero muy estable y versátil a temperaturas menores y tiene un amplio margen de sellado con calor.

Cuando se requiere alta superficie de fricción, el EVA puede ser muy útil para cubrir bolsas y sacos industriales que requieren ser estibados. Su alta resistencia al impacto permite usar películas de calibre delgado para aplicaciones similares al PE.

No es necesario pretratamiento para obtener una excelente adhesión de tinta en la impresión; la resina puede ser moldeada por soplado, inyección o extrusión. (5)

#### POLICLORURO DE VINILIDENO (PVDC).-

Comercialmente es producido como un copolímero con 13-20% de cloruro de vinilo. El copolímero en emulsión procesado en películas contiene un bajo porcentaje de plastificantes, agentes deslizantes y estabilizadores.

Estas películas llamadas "SARAN", son transparentes, con excelente resistencia mecánica y muy bajo grado de transmisión de vapor de agua y gas. Se usan para envolver queso, carne, salsas y frutas secas. (5)

#### POLICLORURO DE VINILO (PVC).-

Se prepara por polimerización de cloruro de vinilo en presencia de iniciadores.

Con adición de plastificantes, se obtienen películas flexibles. Películas de copolímeros de cloruro de vinilo, se usan como empaques estirables para lácteos, carnes, bebidas (5); como ejemplo el cloruro de vinilo y olefina (8'); copolímero etilén alcohol vinílico, que es intercalado entre un copolímero etilén- $\alpha$ -olefina, o una capa de ionómero y una de PVC flexible, que además de ser altamente extensible, es resistente al calor y aceites. (9')

#### PELICULAS ACRILICAS.-

Los copolímeros acrílicos tienen alta claridad, resistencia a grasas y aceites; y permeabilidad a gases y olores. Su rigidez es cuatro veces la del PE de alta densidad y ofrece buena resistencia al impacto.

Tiene baja resistencia a hidrocarburos aromáticos y clorados, y no pueden ser empacados productos que contienen alcohol. Su excelente claridad hace posible su impresión directa. (5)

#### IONOMEROS.-

Este término es genérico a una clase de polímeros en el cual los grupos carboxílicos ionizados crean enlaces cruzados iónicos en la estructura intermolecular.

Las uniones iónicas sirven para aumentar la fuerza de unión y la resistencia al aceite, grasas y solventes.

De aquí surgió el Surlyn "A", que es más fuerte que el polietileno. Es muy adecuado para coberturas extrudidas formadas por vacío.

Son resinas que tienen una densidad entre 0.935 y 0.956 g/cm<sup>3</sup>, transparentes.

Se queman lentamente y son a temperatura ambiente insolubles en los solventes orgánicos comunes. (5)

#### POLIAMIDAS (PA)

Se obtienen por policondensación de  $\omega$ -aminoácidos o policondensación de diaminas con diácidos.

Varias clases de nylons son disponibles:



**NYLON 6:** Ofrece facilidad en el manejo y resistencia al desgaste (5), -- gran estabilidad a grasas, baja penetración de aire, estabilidad a bacterias, resistencia a calor-frío. Apropiado para almacenar concentrado seco de pescado y grasa por seis meses a temperatura ambiente y nueve meses en refrigeración (10'). La película tiene un espesor de 40 micras. (11')

Se ha encontrado que el manómetro tóxico -caprolactama en el concentrado de pescado almacenado a 45°C por diez días no pasa de 0.45mg/kg. (10')

Otra película, con una capa intermedia de nylon 6, biaxial; y la superior e inferior de poliolefina y polipropileno, es apta para envoltura por su resistencia durante la esterilización. (12')

**NYLON 11 Y NYLON 12 :** son barreras superiores al oxígeno y agua, con menor temperatura de sellado.

**NYLON 66 :** tiene punto de fusión alto y es difícil de sellar con calor. Es estable para empaque que requieren esterilización con calor, como pu d i n e s y gelatinas. (13')

Se puede obtener una película monoaxialmente orientada, de nylon (adipato hexametildiamina), es sellable con calor y tiene buena resistencia a -- tensión y desgarre. (14')

Para obtener una película transparente y plegable con calor, se extruyen una poliamida aromática y una lineal (50:50), y estiran a menos de 120° C para obtener 0.60 mm de espesor. A temperaturas de 60 a 90° C son 65% -- encogibles durante el calentamiento. (15')

Una película para empacar salsa para carne, elaborada con una capa de 15-micras de ancho de poliamida, se lamina con un coextruido de polietileno de baja densidad y uno de mediana densidad. Se puede esterilizar por 40-min. sin delaminarse. (16')

Para empacar condimentos y granos de café se recomienda una película de - poliamida con copolímero de etileno-alcohol-vinílico; que es impermeable al oxígeno y con buena resistencia. (17')

### POLIESTERES

Son productos de condensación de un polialcohol con un diácido o su anhídrido. Ofrecen excelente resistencia a la tensión, goteo y buenas propiedades al paso del tiempo. Aunque caro, puede ser usado en calibres delgados para ser competitivos. (5)

Una película a base de poliéster, útil para empaque de alimentos, rotulable, de espesor de 15 micras, se cubre con  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$  para dar una película transparente. (13')

### POLICARBONATO

El policarbonato se prepara a partir del Bisfenol "A" y carbonato de difenilo con vacío, catalizadores y  $T=120\text{-}220^\circ\text{C}$ .

Las películas de policarbonato son sellables con calor y tienen magnífica claridad, resistencia al impacto y buena a la temperatura. Aunque han estado disponibles comercialmente por algunos años, su alto costo ha retardado su uso en el empaque.

Este material es resistente a ácidos débiles y álcalis, pero es atacado por hidrocarburos aromáticos y clorados y su permeabilidad es pobre con gases y vapor de agua. (5)

### PELICULAS BARRERA

Desde hace tiempo el PVC y PVDC se han usado como barrera al oxígeno.

Se incorporan generalmente en materiales flexibles y rígidos de capas múltiples.

Hace 7 años esta barrera tenía permeabilidad de  $5\text{cc}/\text{m}_2/24$  horas a 1 atm,  $23^\circ\text{C}$  y 0% de humedad relativa (HR). Hoy en día, ha sido reducida a 1cc y con materiales más elaborados puede alcanzarse 0.55 cc como con los copolímeros de etileno-alcohol vinílico (EVOH), y resinas de poliacrilonitrilo. (17)

Sus propiedades físicas y químicas las colocan arriba del polipropileno y poliéster; y sus propiedades ópticas son mejores que el poliestireno. Se encuentran grosores de 0.4 a 0.5 mil (1 mil = 1 milésima de pulgada); y se han dirigido al mercado de los laminados. (17).

No hay duda que el EVOH es un polímero barrera importante, pero solo es uno de los muchos que pueden emplearse; por ejemplo: la poliamida de tipo nylon, que puede ser superior en algunas aplicaciones y costo. (18)

Las características de alta barrera a los gases de los nuevos materiales-plásticos se basan en técnicas de coextrusión que permiten la combinación de varias resinas (17); como EVOH y PVDC con nylon como barrera principal ya que es menos permeable a olores y aromas (ác. acético, acetato de etilo, aceite de naranja, mentol), que otros materiales. (18)

En empaques para pastas se esta usando un material que consiste en poliéster, polietileno y nylon, por ser buena barrera, asegurar vida útil y estabilidad, mejor apariencia y menor daño al producto. (19)

En lo que respecta a la impermeabilidad al vapor de agua, se fabrican complejos que no exeden  $1g/m^2$  24 hrs. a  $38^{\circ}C$  y 90% hr. Con extrusión puede reducirse a 0.1g sin que sea necesario usar hoja de aluminio o metalización.

Una familia de resinas de nylon, que combina barrera a oxígeno, a sabor/olor y humedad, es casi seis veces mejor que el nylon 6, dependiendo de la humedad relativa. (20)

Otras combinaciones utilizadas son: HDPE-EVOH-EVA; PVDC-OPP-PVDC; OPP--HDPE; EVA-EVOH.

Resinas y películas PVDC, también con mayores propiedades han sido desarrrolladas. Un tipo especial monocapa es diez veces mejor barrera que el convencional. Otra resina nueva se basa en acrilato. (20)

Los alimentos expuestos a humedad y luz son adversamente afectados. Con factores, todo depende del grado de la presencia de cada uno, el producto específico, el tiempo involucrado en la distribución y las condiciones ambientales.

Con el advenimiento de mejores películas barrera a humedad, los productos estan poniendo más atención a los efectos de la luz ultravioleta en alimentos con gran cantidad de aceite; ya que puede presentarse rancidez.

La luz ultravioleta es un catalizador, acelera el proceso dependiendo de la temperatura de almacenamiento y de la cantidad de luz. Bajas temperaturas retardan el proceso y elevadas lo aceleran. El tipo de aceite afecta la oxidación y el tiempo de vida útil.

Una de las alternativas es la eliminación de todo el oxígeno del empaque cuando se sella. El material debe ser excelente barrera y dar hermeticidad con alta resistencia y sin ranuras.

Antioxidantes como Butil hidroxitolueno y Butil hidroxianisól\* retardan el proceso de rancidez por "capturar" algunos subproductos químicos antes de que puedan actuar. Sin embargo, se ha demostrado que estos aditivos no son efectivos como el simple bloqueo de la luz; además desde el punto de vista mercadotecnia pueden ser muy indeseables.

El empaque barrera a luz no deja pasar el 90% de la luz ambiental. Como resultado, los compuestos químicos necesarios para retardar la rancidez se producen más lentamente y todo el proceso se retarda.

Una desventaja de estos empaques, es que el producto no tiene el mismo lucimiento. Un proceso de impresión de calidad puede superar este problema. (21).

En las películas metalizadas, los desarrollos también han estado dirigidos hacia la realización de barreras de mejor calidad.

En un principio, la metalización se realizaba por razones estéticas, hoy en día, se utiliza para proteger contra humedad e intercambios gaseosos. El poliéster, nylon polipropileno y poliamidas pueden ser metalizadas satisfactoriamente.

Las mejoras más importantes se encuentran en el contrapegado de películas metalizadas por medio de otras películas plásticas, que sirven de protección a la capa y son más flexibles.

Otra técnica consiste en la metalización de dos películas de poliéster y pegarlas una sobre otra, metal sobre metal, ya sea por pegamento o extrusión de otra película plástica. La barrera es excelente, pudiéndose --

\* ver anexo

empacar con este método: bizcochos, caramelos, chocolates, polvos y liofilizados. (17)

#### 4.3.2 LAMINADOS.-

El proceso de laminación consiste en unir una película a un sustrato, con el fin de obtener las propiedades de ambos materiales. La aplicación por extrusión de PE sobre papel, aluminio y otros flexibles, es un método económico para producir revestimientos laminados que proporcionan buen sellado al empaque y retención del sabor de los alimentos. Con un cartón se puede envasar leche, jugos y alimentos congelados. (11)

Una hoja de aluminio de calibre delgado puede ser combinado con un laminado fabricado de papel PE/AL/PE. Es barrera a luz y sabores, mantiene la humedad mientras se mantiene la flexibilidad, fuerza y resistencia. (12) Este laminado es útil para empacar polvos. (11)

Otro laminado de PVDC, metalizado/PE, ofrece muchas ventajas por tener un bajo coeficiente de transmisión de vapor de agua y oxígeno. (9)

Una nueva película laminada para empackado de vegetales que permanecen -- frescos por tres semanas en refrigeración y sin ningún conservador, esta compuesta por poliéster alta barrera metalizado. Los productos se ponen en bolsas protegidas de oxígeno, vapor de agua y luz. Las células ocupan el oxígeno cautivo y desprenden anhídrido carbónico.

A temperaturas de 2-4°C la fotosíntesis pasa a un estado latente y el vapor de agua que se condensa en las paredes frías del empaque, provocando una atmósfera húmeda que mantiene fresco al alimento. Si bien el laminado no es una solución completa, contribuye con características altamente específicas como resistencia a 240°C por minutos en forma continua; - permite el paso de microondas. (22)

Un laminado papel/AL/PE, se usa para envasar jugos y bebidas con fruta. La permeabilidad al oxígeno es menor a 1 ppm/mes. (23)

El laminado papel kraft con poliestireno ofrece mayor resistencia a humedad fuerza y aislamiento que el corrugado; además de ser más ligero. Es laminado termicamente sin adhesivos y ha sido aceptado por las autoridades. (24)

El papel kraft puede laminarse también con polietileno para formar sacos industriales. (11)

Al hacer estas combinaciones, se pueden atenuar costos de embarque y -- aumentar la vida útil de productos congelados o refrigerados, utilizando específicamente los laminados con poliestireno en alimentos marinos frescos, vegetales, comidas preparadas, Jugos, raciones individuales, etc. Se planea posteriormente emplearse en envases para helado cuando se tenga el equipo necesario. La Armada de EUA, los usa para las raciones, por -- ser un material resistente al clima. En forma de caja se empaqueta carne, - queso y productos especiales. (24)

#### 4.2.3.1 BOLSAS

Estados Unidos empezó a trabajar en los años 50's con bolsas esterilizables para envasar alimentos destinados a la armada. Se buscaba empaquetar las raciones de combate en algo más ligero que las latas, durable, fácil de abrir y servir; además de que el alimento se conservara estable sin refrigeración con calidad por lo menos igual a uno enlatado.

De 1959 a 1966, se probaron más de 200 materiales en resistencia a la penetración y ataque de bacterias; y al tipo y cantidad de materias extraíbles capaces de migrar hacia el alimento. (25). A fines de los 70's, - se consideraron como el avance tecnológico más importante de la década. (26)

En Europa, las bolsas esterilizables tienen aplicación comercial desde hace más de 13 años; así mismo, en Japón son éxito comercial, ya que el 80% del mercado de alimentos empaquetados se hace en este material para carne, - salsas, etc.

En Latinoamérica, son pocos los países que han adoptado esta tecnología.

Los envases flexibles esterilizables son bolsas elaboradas con un material laminado que puede soportar temperaturas de esterilización. Básicamente la estructura es la siguiente:

- a) Capa exterior de poliéster (0.5 mil), que le confiere resistencia, consistencia, firmeza, flexibilidad y elasticidad.
- b) Capa intermedia de aluminio (0.36 mil), la cual es barrera protectora contra humedad, luz, gases, etc.
- c) Una poliolefina (0.35 mil) como capa interior, que brinda la posibilidad de sellar con calor, además de ser inerte. (25,26,27)

Las tres capas están unidas por adhesivo. A la estructura anterior puede agregarse algunas variantes:

- Poliéster, aluminio, polipropileno y polietileno de alta densidad. Es impresa generalmente por atrás de la capa exterior.
- Poliéster, aluminio, polipropileno. Se obtiene un laminado muy resistente.
- Bolsa con una ventana de poliéster y nylon (sin aluminio), que permite -- ver el contenido.
- Nylon y adhesivo, polietileno de mediana densidad en la parte de abajo, - y en la de arriba nylon, adhesivo y polietileno de densidad intermedia. El nylon de la parte superior es de menor grosor que la otra, al igual -- que el polietileno. Se obtiene una vida útil de 3 meses. (25)
- Polietileno, hoja metálica, polipropileno.(9 )
- Polipropileno (4 mil), aluminio (0.005 mil) y poliéster (5 mil) y adhesivo de poliuretano. Se diseñó para envasar vino, cuya vida segura es de - un año o más. (25)
- Poliéster (0.5 mil), aluminio (0.33 mil), poliisobutileno (3mil) modificado de alta densidad.

- Para hamburguesas se ha usado un laminado de polietileno y poliéster. (25)
- Capa interna de polietileno de alta densidad y capa externa de etileno - C<sub>4</sub>-10 $\alpha$ -olefina. (19)
- Nylon biaxialmente orientado, ácido etilén acrílico, hoja metálica, ácido etilén acrílico, polietileno de baja densidad. (9)
- Coextruido de nylon 6, Surlyn. (28)
- Polipropileno, Saran. (9)
- Nylon Biaxialmente orientado, polietileno, hoja metálica, polietileno de baja densidad. (9)

La bolsa flexible esterilizable requiere de los siguientes pasos: llenado /eliminación de aire/sellado/autoclave/secado, empaçado y distribución. (27)

La recontaminación del producto puede evitarse manteniendo los equipos, - materiales, empaques y zonas que van a estar en contacto con los produc-- tos libres de microorganismos y en condiciones que no permitan la supervi vencia de estos.

La eliminación del aire se hace para evitar que la presión interna aumente la posibilidad de estallar y sea más difícil la manipulación. También para disminuir la oxidación de vitaminas y el desarrollo de organismos -- aerófilos, y asegurar que la transferencia de calor sea uniforme.

El sellado se realiza por aplicación de calor y presión en la zona del -- cierre. Posteriormente se someten al tratamiento término en el autoclave. (26)

Deben ser considerados ciertos factores críticos que pueden tener efectos negativos; espesor, gas residual y el tamaño de la bolsa; porque afectan la adecuada esterilización, calidad del producto y economía del sistema. (26,29)



Al aumentar el grosor, se pierden las ventajas de calidad al requerirse mayor tiempo de calentamiento. (26,29)

La cantidad de aire en la bolsa llena y sellada debe ser de 1200 a 1800 cc; con espacio libre mayor, se requiere más tiempo de proceso.(27,29)

Al aumentar el tamaño se puede romper el sello. No hay una sola respuesta a cual debe ser el tamaño adecuado. El procesador debe ajustarse a -- las recomendaciones del proveedor. Actualmente se tienen los siguientes tamaños: 12.1 X 17.8 cms. (196 a 252 g) y 15.9 X 21.6 cms. (280a 336 g). (27)

Las ventajas de las bolsas esterilizables son:

- a) No requieren refrigeración para su almacenamiento y distribución. Su vida de anaquel es, al menos, tan larga como la de los productos enlatados o congelados. (25,26,30)
- b) La bolsa tiene una capa de metal más delgada que la lata, por lo que disminuye el tiempo necesario para alcanzar la temperatura letal en el centro de la bolsa, obteniéndose un considerable ahorro de energía. (25,26, 27,31)
- c) El producto no sufrirá sobrecalentamiento, habrá menos caramelización de azúcares y almidones, menos degradación de proteínas y destrucción de vitaminas; por lo que la pérdida de nutrientes disminuye; conservando mejores características de color, sabor y textura. (25,26,29)
- d) Por haber mayor transferencia de calor, se requiere menos líquidos; como salmueras y jarabes. (25)
- e) Más livianos que vidrio y hojalata. (25,26)
- f) Fácil de abrir, se puede comer directamente en ellas. (26,29)
- g) Excelente oportunidad para iniciar el mercado con nuevos productos.(26)
- h) Fáciles de almacenar.
- i) No causan muchos problemas como desperdicio. (24)

Las bolsas esterilizables son especialmente útiles en productos delicados como salsas, pescados, mariscos, quesos, sopas; donde el color y texturas son importantes. (25,26 )

Pruebas hechas con pescado empacado al vacío y selladas las bolsas, revelaron que estas proveen mayor protección al producto de la oxidación, manteniéndose por largos períodos con limitada disminución de la frescura, en comparación del pesacado congelado. (32 )

La distribución de leche en botellas de vidrio ha sido reemplazada poco a poco por bolsas de polietileno (95micras) con capacidad de 500 ml; aunque el llenado no es en caliente. (20 ,28)

Alimentos de alta y baja acidez como relleno de tarta, mermelada, mantequilla de cacahuete, cobertura de crema, etc., se han empacado en estas -bolsas. (20)

#### 4.2.3.2 BOLSA CAJA.-

La bolsa en caja consiste en un saco de plástico flexible dentro de un --contenedor rígido de papel corrugado. La bolsa es ajustada con un cierre especial que permite el llenado por máquina y facilidad al abrir.

Este empaque se introdujo hace 27 años como reemplazo de latas metálicas para leche. Desde hace 12 años se han desarrollado exitosamente bolsas en cajas asépticas para productos de alta acidez. (33 ) El empaque consistencialmente en el envasado de un producto pre-esterilizado y enfriado en una bolsa plástica dentro de una caja de cartón bajo condiciones asépticas. La bolsa esterilizada con rayos gama no puede volver a usarse. Dependiendo de la naturaleza del producto y cantidad a ser sempacados, -- las bolsas pueden estar hechas de dos, tres o más capas de laminados alta barrera. ( 34 ).

Puede ser de polietileno grado alimenticio y una película metalizada que actúa como barrera al oxígeno. Puede tener de 1 a 1½ años de vida útil - dependiendo del producto y tamaño.

La caja además de proteger la bolsa, también da resistencia, es una forma barata de trasportar la bolsa y atractiva al consumidor. ( 33 )

Las bolsas vacías pre-esterilizadas y selladas son puestas en el llenador aséptico, el cual remueve la tapa de goma, llena la bolsa, vuelve a poner la tapa y expulsa la bolsa. ( 34 )

Las ventajas de la bolsa en caja con otros contenedores son: un menor espacio de almacenaje para empaques vacíos, peso reducido y menor costo. - ( 33 ) Las limitaciones se deben al sistema y no al empaque, ya que no existe un llenador que no rompa la esterilidad comercial del producto y el empaque.

Alimentos ácidos pueden tolerar el uso del llenador "super sanitario", -- pero el riesgo es demasiado alto para alimentos de baja acidez.

La esterilización de las bolsas no es limitante, los rayos gama son ampliamente usados, siendo bien conocidos los niveles del tratamiento por la -- FDA (Food and Drug Administration, EUA). ( 35 )

Se ha desarrollado una versión aséptica de la llenadora de bolsas para superar las limitaciones. La cámara de llenado de la máquina es calentada con vapor y se llenan con cloro atomizado para asegurar esterilidad. La bolsa se levanta para que la boquilla este en la cámara estéril mientras se remueve la tapa. La bolsa se llena y se empuja hacia arriba y se tapa. ( 36 )

Purés de frutas para yogurt, puré de tomate, concentrados cítricos, duraznos, peras, piña, manzanas y jugos se envasan en bolsa en caja. ( 33,36 )

#### 4.2.3.3 EMPAQUES ASEPTICOS.-

Aséptico significa ausencia de microorganismos en el producto. Para esto tanto el alimento como el empaque deben estar comercialmente estériles; -- es decir, que no puedan dañar la salud del consumidor o causar pérdidas importantes durante el almacenamiento y distribución.

La deterioración de los alimentos ocurre por tres mecanismos: físicos, - bioquímicos y microbiológicos. Como los alimentos difieren en su modo -- predominante del daño, la primer etapa en la definición de los requeri-- mientos del empaque es cuantificar el vector crítico del detrimento, así-- como las variables que influyen en él. ( 37 )

Debe reconocerse que el empaque no puede mejorar la calidad del alimento, además de que algunos deterioros ocurren inevitablemente después de un -- período de tiempo según las características del producto y condiciones am-- bientales. El empaque solo puede regular los factores relacionados con -- el tiempo sujetos a control por sus propiedades barrera inherentes. ( 37 )

El envasamiento aséptico es un proceso de empaque de alimentos pre-esteri-- lizados bajo condiciones estériles. Las técnicas usadas son: temperatura ultra-alta, temperatura alta, tiempo corto, calentamiento directo por in-- yección de vapor. El producto recibe la temperatura adecuada por un tiem-- po corto y es inmediatamente enfriado antes de ser llenado bajo condicio-- nes asépticas. ( 38 )

Este sistema permite el uso de una amplia variedad de materiales para los envases como plásticos, laminados, películas metalizadas, etc; minimizan-- do la degradación de productos sensibles al calor; reduce la pérdida de - nutrimentos; conserva color, sabor y textura; ahorro de flete, equipo, -- energía y espacio de almacenamiento ( 34 ); y proporciona empaques para - servicio individual de bajo costo. ( 39 )

El empaque aséptico requiere que el material sea incapaz de transmitir - luz, impermeable a gases, resistente a la absorción de humedad, no impar-- tir sabor al producto ni contener tóxicos, no ser afectado por ningún tra-- tamiento químico o térmico, capaz de ser llenado herméticamente, durable, incurrir en un mínimo desperdicio de material útil durante la preparación y llenado, causar problemas ecológicos mínimos, ser ligero, resistente, - imprimible y descriptivo del producto. ( 37 )

Los materiales usados son:

- a) Películas: Un laminado de PE/Al/PP se forman, llena y sella para la producción de envases. Antes de ser formados se baña la materia prima de solución 95% etanol seguida de radiación ultravioleta.

Posteriormente se ha usado un laminado SARAN/PE/PVDC; reemplazando al etanol con peróxido de hidrógeno. Se produce un sado con la base sellada, haciendo que quede vertical.

Bolsas de 5 a 1400 lts. son elaboradas de PE/políéster metalizado/PE.(37)

- b) Plásticos extruídos: son suministrados preformados o son formados, llenados y sellados en la línea. Son clasificados como tazas y botellas. Se -- utiliza radiación para esterilizar. El material usual es poliestireno.

Se ha reportado que el PVC, PVDC y ciertos tipos de PE son sujetos a des-- composición bajo la radiación. Lacas de vinilo pierden su capacidad de -- ser sellables con el calor. Las resinas acrílicas, poliéster y polipropileno si resisten las radiaciones.

Las temperaturas alcanzadas durante la fusión y extrusión son suficiente-- mente altas para esterilizar el material.

Muchos sistemas asépticos de termoformado/llenado/sellado son disponibles. Envases típicos se elaboran de un rollo de material plástico pigmentado -- o claro que es calentado aproximadamente a 140°C y luego presionado en for-- mas rectangulares o redondas. (37)

- c) Plásticos moldeados por soplado. Se ha desarrollado una botella que es PE-- moldeado por aire, formada en la línea, seguido de llenado aséptico y sellado térmico. (36)

#### 4.3 EMPAQUES RIGIDOS.-

Los plásticos rígidos han corrido un largo camino desplazando envases de -- cristal y metales. (39) Como estos, los polímeros protegen los alimentos-- contra la migración de humedad y oxidación; pero ofrecen ligereza, resis-- tencia y conservación de la energía. (40)

El envase debe ser funcional y adecuado para contener productos delicados, debe poseer claridad y transparencia; alta resistencia al calor-llenado en caliente y esterilizable a 90.6°C o 129°C; barrera a oxígeno y luz para prevenir el cambio de sabor, la degradación oxidativa y de vitaminas; fácilmente decorable; ligero, resistente física y químicamente, ser de alta productividad. (40)

Los contenedores hechos de resinas barrera han sido usados para alimentos de alta acidez como frutas y vegetales, salsa de tomate, etc. Para los años 90's se espera sean útiles en alimentos de baja acidez y cerveza. (40) Con un amplio rango de resinas de polietileno, el próximo paso es el perfeccionamiento para envases más sensibles al oxígeno y sabores, como leche en polvo y alimentos para bebé. (40)

#### 4.3.1 LATA PLASTICA.-

La lata plástica es moldeada por extrusión y no por inyección. Algunas unidades de inyección son usadas para tratar las capas exteriores de poliolefinas, las de unión y de barrera. (40)

Se ha hecho una lata de resina de polietileno tereftalato (PET); el proceso permite recibir temperaturas suficientemente altas para esterilizar. La mayoría de los plásticos se deforman al ser sujetos a tan extremas condiciones. (40)

La resina PET es adaptada de una aceptada por la FDA que esta en el mercado desde 1977 para la producción de botellas. (40, 41)

La lata plástica multicapa con una de EVOH barrera al oxígeno esta en desarrollo avanzado. Han sido incorporados agentes secantes en la estructura para limitar el contenido de humedad de la capa de EVOH mientras se mantienen sus propiedades barrera. El producto tiene vida útil de 2 años. (42)

Los materiales co-extruidos tienen menos costo potencial que los sistemas de etapas múltiples. Son versátiles y se pueden fabricar fórmulas para ajustar las necesidades de barrera del producto. (43) La actual lata plástica tiene 5 capas, una delgada de PVDC, como barrera al oxígeno puesta en tre capas de adhesivo etil-vinil-acetato. Esta estructura resiste temperaturas de 250°F por más de 45 min.

Es termoformada para dar la forma deseada, resultando con un mínimo de espesor en las paredes para un contenedor ultra ligero. Se pueden imprimir gráficas directamente en el empaque.

Otra construcción típica de lata incluye SARAN o EVOH como la barrera a humedad, adhesivo, barrera a gas, adhesivo y otra capa barrera a la humedad. (44)

Se cree que en los 90's sustituirá a la lata metálica por las siguientes razones: costos elevados del aluminio y hojalata; así como la energía requerida para su manufactura. (43)

#### 4.3.2 BOTELLAS

Se han producido contenedores moldeados por soplado multicapas, como botellas y jarras de boca ancha en tamaños desde 0.25 a 5.1. Tienen alta claridad o pueden ser coloreados. (44,45) Los plásticos más usados son PS, PP, PVC, policarbonato y poliacetal. La selección final esta determinada por la compatibilidad con el producto, costo y proceso. (5,46)

Pueden reducir peso y extender la vida de alimentos sensibles al oxígeno: salsas, mayonesas, aderezos, etc. (44,45,20)

Una botella típica podría incorporar 6 capas: poliolefina, adhesivo, EVOH (material barrera), adhesivo y poliolefina. Puede ser llenada en caliente y ofrecer buenas propiedades por largos períodos de tiempo. (20)

En Japón son usados para salsa de soya. Tienen 3 capas: PET, polímero resistente al calor, PET. (47)

Bebidas que se acostumbra antes en ciertos tipos de envases, son ahora disponibles en otros.

En el mercado de los refrescos, el incremento en tamaño y nuevos envases es evidente. Parece que en este mercado, el PET tendrá la mayor actividad. El envase de 2l ha madurado, la botella de 3 encontrará su lugar y la de 4l puede ser de interés significativo para el consumidor; ya que son convenientes económicamente y de gran utilidad para fiestas y reuniones. Son transparentes y con tapa de aluminio.

La tapa metálica es capaz de retener el gas y la etiqueta puede ser de -- PVC. (48,49)

En cerveza, como resultado de la aplicación del PVC, la mayoría de las compañías cerveceras en el Reino Unido lo están utilizando en su empaque de - cerveza que fue adoptado desde 1981 por una cadena de supermercados.

El recubrimiento de PVDC tiene unicamente de espesor 10 micras al aplicar-se externamente el envase de PET y su efecto es el de duplicar en la pared del envase la barrera al gas y a su vez duplicar la vida de anaquel del - producto, con lo cual se cumple con los requisitos.

La industria de la cerveza ha dado la bienvenida al desarrollo del empaque de PET, ya que ha creado un mercado adicional en el tamaño 2 l, lo cual ha significado mayores ventas.

En la industria de los licores, se inició el desarrollo del envase de PET- en el tamaño de 1.75 l anticipándose a la aprobación por parte de la FDA - para este empaque. Una vez obtenida esta, se intensificaron los desarro- llos para lograr penetrar en este mercado y durante 1983 se empezó la distribución de licores en el envase mencionado. Varios años de intenso tra- bajo y análisis han determinado que la botella de PET cumple perfectamente con todos los parámetros requeridos y se tiene plena confianza en que es - un empaque funcional.

En este campo, se han desarrollado procesos para la elaboración de miniatu- ras utilizadas principalmente por las aerolíneas. (49)

Los jugos y bebidas a base de estos en latas metálicas y botellas no asé- pticas declinan agudamente. Los empaques asépticos continuarán en amplio - crecimiento. El "tetra pack" estará cerca de encontrar fuerte competencia de los sistemas co-extruidos, termoformados de todos los plásticos. Concen- trados de 170 g para servicio individual y congelados están siendo empa- cados en una botella de PS con una capa de polietileno de media densidad. (48)



Como resultado de la popularidad del envase de polietileno de alta densidad para leche se hicieron pruebas de efectividad contra la destrucción de la vitamina A, riboflavina y ácido ascórbico al estar expuesta a la luz. Se concluyó que es posible la protección de ciertos nutrientes al hacer el envase opaco o usar un pigmento amarillo que es efectivo y mantiene el envase todavía translúcido. (0.3%). (50)

#### 4.3.3 CONTENEDORES PARA ENVASAR A TEMPERATURAS ELEVADAS (250°F O MAS).- Es

tos envases han estado en existencia por más de 20 años en Europa Occidental. Eran útiles, pero no convenientes, atractivos o fáciles de abrir. - Los sistemas de termoformado/llenado/sellado se aplicaron para ciertos envases de plástico y funcionaron.

Los de ahora están diseñados para alimentos de baja acidez con actividad acuosa mayor de 0.85 (51). Proporcionaron extrema flexibilidad, están cerrados con tapas estándares o selladas por calor con hojas plástico-metálicas o de plástico exclusivamente.

En general estos contenedores de alta barrera pueden ser utilizados para porciones individuales de carne, sopa, vegetales, postres, etc.

Existe una variedad de empaque para cada tipo de alimento y sus requerimientos. (52)

Aplicando principios de empaque al vacío deriva de la tecnología del termoformado/llenado/sellado, el sistema provee de integridad y ausencia de oxígeno en el empaque con la introducción comercial de la co-extrusión de plástico, los materiales son simultáneamente alta barrera al oxígeno, resistentes al calor y transparente a la energía de las microondas. (53)

Son unidades de dos piezas con una base formada como un plato para contener y una tapa flexible sellada que los cubre. Son fabricados generalmente co-extruidos multicapa incorporando polipropileno como la capa estructural y barrera vapor de agua. La barrera al oxígeno es principalmente un copolímero de alcohol polivinílico (EVOH), o algunas veces PVDC. La capa-

es co-extruída y termoformada. Otro método de fabricación es por multicapas de moldeado-soplado-inyección. (51) Los plásticos usados son polietileno de alta densidad, PVC, poliestireno, polipropileno, ABS; dependiendo del alimento empacado y requerimientos de almacenaje. (5,46).

Varios tipos de resina PP pueden ser usadas para dar un número de propiedades específicas, para aplicaciones específicas.

Los contenedores formados arriba de la temperatura de fusión están libres de esfuerzo mecánico. Esto es muy importante, dado que la última exposición a la temperatura (250 - 260 °F) tiende a relajar tensiones en los contenedores formados abajo de dicha temperatura, causando distorsiones.

Pueden usarse como capa primaria en contacto con el producto polietileno, polipropileno, poliestireno (concentrado de jugos). (23)

Envases de poliolefina son usados para preservar ensaladas por más de 20 días en refrigeración sin conservadores. (57)

El polietileno tiene apariencia opaca, aunque no se frágil como el poliestireno. (5,46)

El producto caliente es puesto en el empaque, esterilizando el interior del material de empaque. Es sellado e invertido o agitado para asegurar exposición a altas temperaturas del interior de la tapa. Para productos susceptibles a daños por microorganismos termorresistentes, el empaque puede recibir calor continuo. Inmediatamente, es enfriado por aire circulante, chorro de agua, inmersión de agua-hielo, etc.; para reducir la temperatura interna del alimento tan rápidamente como sea posible. El vapor interno se condensa creando un vacío parcial reduciendo la oxidación potencial del producto. (54)

La esterilización comercial se alcanza solo con alimentos que tienen alta actividad acuosa. Esporas y microorganismos vegetativos capaces de crecer en alimentos con actividad acuosa arriba de 0.85 y pH mayor de 4.6 no pueden ser destruídos en un tiempo razonablemente finito. (54)

Los productos resultantes tienen características de frescura, bajo este sistema se conservan con éxito algunas frutas y carnes (piña, filete de pescado, camarones, etc.). (55)

El líder de los empaques de comida congelada para horno de microondas es el políéster cristalino, con costo de la mitad del aluminio común y el políéster termofijo. Los primeros eran susceptibles a la temperatura de congelamiento pero razonablemente resistentes al calor. (20, 55, 57)

Sopas congeladas empacadas en tazones plásticos se calientan en el horno de microondas al igual que cenas para consumirse en el mismo envase. (57)

Se ha incorporado policarbonato como capa exterior con EVOH Y PVDC, para barrera y polipropileno como capas en contacto con el alimento; aunque es más caro, ofrece ventajas en el proceso por ser más ligero, tener mayor estabilidad al calor y buenas características ópticas. (20)

Dentro de los envases rígidos, hay un molde de plástico en el que se pueden efectuar la cocción y refrigeración de carne, además de servir de envase para la venta final.

Los trozos de carne ya tratada, se colocan en moldes termoplásticos, se tapan y cierran al vacío. El jamón puede comercializarse directamente.

Este proceso tiene las siguientes ventajas: permite producir con peso constante, la seguridad del rendimiento producto fresco-producto terminado; la cocción al vacío evita deterioros oxidativos y garantiza una conservación íntegra de los aromas, especies, etc., además de ausencia de recontaminación tras cocción. El empleo de cajas de plástico inyectado permite una adaptación rígida de los moldes y del contenido a la demanda del mercado con menos gastos y automatización del proceso. (58)

#### 4.3.4 TAPA PLÁSTICA.-

A principios de los 80's la tapa plástica sin forro, roscada, a prueba de violaciones para refrescos ya estaba lista con un 20% de costo menor que las de metal.

En otras áreas el empaque de alimentos se esta volviendo más sofisticado - para satisfacer las demandas del consumidor, y las tapas se han vuelto más complejas.

El mercado se ha visto en desarrollo para ciertos tipos de tapas plásticas como el "flip-top". La disponibilidad de botellas de cuello angosto co-ex<sup>truido</sup> para salsas que pueden presionarse, es resultado de esta tendencia. Como resultado puede haber mayor demanda para nuevos productos alimenti--cios en vez de los existentes.

Actualmente, se considera a la tapa como una parte integral del empaque. - Se busca facilidad para abrir, posibilidad de volver a cerrar y considera ciones de tipo estético. (58)

PELICULAS	PP	PP80	PEBDL	PC	PEBD	OPVC	PA6	I	PET	PEAD	EB	PVC	EVA	PVDC	EVOH	PAN
PROPIEDADES MECANICAS		.	.		.		.	.	.	.	.	.	.			
PROPIEDADES OPTICAS		.	.		.		.	.	.		.			.	.	
RESISTENCIA A BAJAS TEM.			.				.	.	.							
RESISTENCIA QUIMICA		.	.				.	.	.	.		.	.	.	.	
BARRERA A GASES									.		.			.	.	.
BARRERA A VAPOR DE AGUA		.	.		.				.	.		.		.	.	
BOTELLAS																
PROPIEDADES MECANICAS	.		.	.	.	.			OPET	.	.	.				
PROPIEDADES OPTICAS				.		.			OPET		.		.			
RESISTENCIA A ALTA TEMP.				.		.			OPET							
RESISTENCIA QUIMICA	.			.			.		OPET	.		.				

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES POLIMERICOS MAS EMPLEADOS

	PP	PPBO	PBBDL	PC	PEBD	OPVC	PA6	I	PET	PEAD	EB	EVA	PVDC	EVOH	PAN	PVC
BARRERA A GAS						+			+ OPET							+
BARRERA A VAPOR DE AGUA	+					+			+ OPET	+						+

PP POLIPROPILENO  
 PPBO POLIPROPILENO BIORIENTADO  
 PBBDL POLIETILENO BAJA DENSIDAD  
 PC POLICARBONATO  
 PEBD POLIETILENO BAJA DENSIDAD  
 OPVC CLORURO DE POLIVINILO ORIENTADO  
 PA6 POLIAMIDA 6  
 I IONOMERO

PET POLIETILEN TEREFALATO  
 OPET POLIETILEN TEREFALATO ORIENTADO  
 PEAD POLIETILENO ALTA DENSIDAD  
 EB COPOLIMERO ESTIRENO-BUTADIENO  
 EVA COPOLIMERO ETILENO-ACETATO DE VINILO  
 PVDC CLORURO DE POLIVINILIDENO  
 EVOH COPOLIMERO DE ETILENO-ALCOHOL-VINILICO  
 PAN POLIACILONITRILIO

## 5.- SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA MATERIALES DE EMPAQUE

En la comercialización de los alimentos el propósito primario del envase es la protección del producto. Además debe cubrir características de fácil elaboración, ensamblado, llenado y cerrado; sin olvidar la presentación y al menor costo posible.

Por lo anterior, el control de calidad debe ser parte vital del sistema de control de la industria que permita aceptar o rechazar lotes. La función del sistema será evitar el empleo de lotes defectuosos que ocasionen pérdidas en la fabricación y distribución.

Los objetivos principales del control al recibir materiales son: detectar daños en el transporte, asegurarse de que se cumplan los estándares establecidos y revisión de características relativos al empleo.

Las especificaciones deben ser discutidas entre proveedor y comprador. Deben especificarse los conceptos de tipo de empaque, material y componentes, color, tamaño, volumen, peso y tolerancias, dotes físicas, químicas y mecánicas, aspectos relacionados a la impresión.

Existen dos criterios para el control:

- Medibles por instrumentación; y
- No medibles por instrumentos, sino por los sentidos humanos para su evaluación.

Estos criterios se pueden relacionar a los requerimientos del producto, del llenado, embalado y distribución. (60)

### 5.1 REGULACIONES GUBERNAMENTALES.-

Los envases de material plástico deben acatar los estándares impuestos por la (FDA\*) y (USDA\*) en los Estados Unidos. La UDAS en su guía "Pruebas para Contenedores semi-rígidos", especifica 4 áreas de pruebas:

- 1.- Materiales
- 2.- Pruebas de Integridad

\*FDA: Food and Drug Administration

\*USDA: United States Department of Agriculture

- 2.1.- Fuerza o resistencia de sellado
- 2.2.- Prueba de rompimiento interno
- 3.- Pruebas periódicas
  - 3.1.- Vibración
  - 3.2.- Prueba de la gota
  - 3.3.- Resistencia a maltrato
  - 3.4.- Prueba de presión interna
- 4.- Pruebas de embarque

La esterilización de alimentos en contenedores plásticos es una labor integral. Esto incluye monitoreo e interrelación de los factores críticos de vacío, aire residual, sobre-presión dentro del sistema de manera que la esterilización sea alcanzada sin exposición de los contenedores a temperaturas elevadas. El control absoluto de estos factores es imperativo para obtener cualquier producto de calidad; en todas las fases del proceso, especialmente durante el enfriado del alimento. El sobreprocesamiento anula las ventajas del empaque; además del posible daño que causan. (6)

Para tomar la decisión de usar lotes fuera de normas, en caso de emergencia, deberán tenerse en consideración: que no se ponga en peligro al consumidor; que el producto no se altere, y que la imagen que se tiene de él no se ponga en juego. (61)

## 5.2. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD.-

- Acondicionamiento: Se realiza en cámaras climáticas en condiciones de temperatura y humedad relativa predeterminadas.
- Espesor: Permite predecir el comportamiento que tendrá un material como componente básico del envase. El espesor se define como la distancia perpendicular entre las platinas de un micrómetro, tomando lecturas en m.m.
- Resistencia a la perforación: Se efectúa para determinar la resistencia de los materiales flexibles entre la posible perforación de agentes externos o de los productos que contenga. La resistencia a la perforación es la medida de la fuerza requerida para que una punta de perforación atraviese --



una muestra del material que se colocará entre dos placas horizontales, -- las cuales tienen un orificio triangular; se sujeta firmemente y se suelta el péndulo en el cual esta la cabeza de perforación, registrándose la fuerza requerida en  $\text{Kg/cm}^2$ .

- Determinación del Gramaje: Sirve para conocer la homogeneidad del material y se expresa en peso por unidad de área. Se toma un mínimo de 10 muestras de dimensiones predeterminadas, se calcula el área y se pesan en balanza analítica para determinar el gramaje. (60)
- Resistencia al rasgado: Permite medir la facilidad de dañarse durante los procesos de fabricación del envase. Se determina la fuerza en gramos necesaria para rasgar el material. A una muestra se le inicia el rasgado con una cuchilla y se presiona. (60, 62)
- Determinación de las condiciones de termosoldado: El termosoldado puede definirse como la unión de películas termoplásticas por medio de calor. -- Los factores más importantes son la temperatura, presión y tiempo; por lo que resulta de vital importancia la determinación de las condiciones óptimas de soldado. La prueba se realiza sellando muestras a diferentes condiciones y evaluando mecánicamente el sello. (60)
- Determinación de la permeabilidad a vapor de agua: La velocidad de transmisión de vapor de agua es la masa del vapor transmitiendo de una cara a la otra, bajo condiciones predeterminadas. Se utiliza balanza analítica, platos de prueba y un gabinete de temperatura y humedad controladas. El vapor es absorbido por el desecante, teniendo el material como barrera. Se expresa en gramos de agua/ $\text{m}^2/24$  hrs. a temperatura y humedad relativa especificadas. (60,63)
- Determinación de la permeabilidad a gases en películas flexibles: Puede hacerse por medio del aumento de presión, de volumen y de concentración. Se ocupan celdas en las que se retira el material, llenándose de gas por ambos lados de la película. La transmisión se determina evacuando un lado -- hasta una presión conocida y observando los cambios que ocurren. Se reporta como  $\text{cm}^3$  de gas/ $\text{m}^2/24$ hrs. (60,62)

- **Tensión y Elongación:** El instrumento de prueba consistente en pinzas que sujetan la muestra, peso añadido para incrementar la fuerza de tensión e indicadores para mostrar la carga y la magnitud de la elongación. Se reporta como peso por área considerando a esta de la sección transversal. Es te valor es muy importante cuando el material se va a usar en bolsas.
- **Resistencia al Impacto:** Se efectúa con un péndulo que golpea al material-estirado, o por medio de una plomada de peso conocido que se deja caer sobre el material desde una altura estándar.
- **Rigidez:** El medidor para medir rigidez tiene una placa plana para soste--ner la muestra por encima de una ranura y un medidor de deformación para - registrar la fuerza ejercida por la película contra la barra. Se reporta el valor máximo de la fuerza en gramos.
- **Resistencia al reventado:** Se ejerce presión sobre la muestra restirada -- hasta que esta revienta. Este dato es importante para seleccionar materia-les para bolsas y para determinar la "durabilidad".
- **Compresión:** Se coloca un tubo del material y se coloca en posición verti--cal entre dos placas, se aplican pesas a la superior y se determina la car--ga necesaria para que se aplaste. Se reporta la resistencia en Kg/fuerza.
- **Doblado:** Por medio de una máquina se dobla el material sucesivamente hasta que se rompa.
- **Nebulosidad:** Se hace pasar la luz a través de la película y se registra -- por medio de una fotocelda. Es importante en productos en donde el color- y visibilidad son requeridos.
- **Brillo Especular:** Se usa un "brillómetro" que registra la cantidad de luz que refleja el material. Es importante en mercadotecnia. (62)
- **Determinación del aire contenido:** La cuantificación del aire residual con--tenido en bolsas y empaques flexibles es vital, ya que este afecta la cali--dad de alimento, el grado de penetración del calor y la integridad del se--llo. Existe un método no destructivo que no depende del peso; se coloca - la bolsa en un cuarto de vacío dentro de otro contenedor rígido y determi--nándose el volumen del aire en el empaque.

El método destructivo se realiza abriendo la bolsa bajo agua y el gas es -  
colectado en un cilindro graduado lleno de agua. (63).

- Resistencia al Calor: Se determina cuando el producto se envasa en caliente  
te o va a recibir tratamiento térmico.
- Resistencia Química: No debe ser afectado el material en su estructura --  
por el contacto con ácidos, álcalis, solventes, grasas y aceites, por otras  
substancias.
- Neutralidad: Los envases o empaque empleados para alimentos no deben desa  
rrollar aroma o sabor que alteren el producto. (2)
- Los Parámetros para medir la barrera son:
  - . Humedad o grado de transmisión del vapor de agua  
Un valor de  $0.05\text{g/pul}^2$ , denota muy alta barrera
  - . Luz. La efectividad contra la penetración de luz, es medido por el % de-  
transmisión de ondas de luz-UV, visible o infrarojo. Es expresado como-  
un % de longitud de onda específica. Una muy alta barrera podrá ser ma-  
terial que permite 1% de transmisión de luz visible.
  - . Oxígeno. Se expresa como  $\text{cm}^3$  a través de un área. Empaque con  $1\text{ cm}^3$  o -  
menos es clasificado como alta barrera;  $0.55\text{ cm}^3$  o menos, como muy alta-  
barrera.
  - . Aroma. Un método para determinar la barrera al aroma es un panel sensor  
rial. Otro método usa una celda con poros que contiene solvente. Gas -  
nitrógeno es pasado a través de la celda, absorbiendo solvente; y analiz  
ado por cromatografía.

### 5.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS RELACIONADAS A ENVASES Y EMBALAJES.-

#### \*NOM-EE-142-1982. Acondicionamiento de materiales plásticos.-

Esta norma define los tipos de acondicionamiento y el medio ambiente a que  
deben someterse los materiales plásticos para la realización de pruebas --  
ffsicas.

El acondicionamiento es la exposición de los materiales a la influencia de  
un medio ambiente durante un período.

La cámara de prueba debe tener control y registro de temperatura y humedad para que las condiciones establecidas puedan tener verificación. Cuando no es necesario controlar estas condiciones las pruebas pueden realizarse al medio ambiente. Las tolerancias son de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $\pm 2\%$  de humedad relativa. Se colocan las muestras por períodos de tiempo entre 4 y 2 horas o de 7 a 28 días. Para ciertos materiales plásticos pueden ser prescritos --- períodos más largos o más cortos.

La muestra debe ser colocada de tal manera que al menos el 75% de superficie tenga acceso a la atmósfera acondicionada. Las pruebas deben realizarse en las mismas condiciones ambientales a que se haya efectuado el acondicionamiento.

El informe debe de mencionar las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa; duración del acondicionamiento y atmósfera utilizada. (64)

**\*NOM-EE-116-1981. Botellas de polietileno alta densidad. Especificaciones:**

Resistencia vertical de aplastamiento: es la resistencia vertical de la botella, que puede tener efectos en la línea de llenado y almacenaje.

Los productos tipo "A" son resistentes a la ruptura y medio ambiente. Comúnmente usadas para envasar productos que contienen agentes activos en superficies.

Los productos tipo "B" son para propósitos generales.

Las botellas deben estar limpias, libres de partículas extrañas, perforaciones o defectos de terminado; con base firme para asegurar un llenado normal al pasar por la línea de llenado a determinada velocidad. No deben tener defectos visuales, el color debe ser comercial y aceptable, comparado con un estandar y el pigmento debe estar disperso. (65)

Para medir la resistencia vertical de aplastamiento las botellas se clasifican de acuerdo a la capacidad en ml. y la resistencia en Kgs. Botellas con valores de resistencia abajo de los valores establecidos no soportarán una carga encima en el almacén. La resistencia varía entre 7 Kgs. para botellas de 0 a 425 ml. y 34 kgs. para 4900 a 500 ml. (65)

**NOM-EE-109-1981.- Determinación de la resistencia al impacto en botellas.**

Se emplea en esta prueba una trampa de caída, un soporte y una superficie lisa e indeformable. Las dimensiones de la trampa deben ser mayores a las de cualquier cara o lado del envase a prueba.

Se acondicionan un mínimo de 20 especímenes llenos con agua a 23°C durante 4 horas mínimo. Se colocan en la posición de caída y se abre la compuerta para que choquen contra la superficie de impacto. Se revisa el envase y - anotan los daños sufridos.

Para la caída de fondo se coloca el envase en posición tal que, la base -- quede sobre la plataforma.

La caída de lado se realiza colocando la muestra en la plataforma sobre - una de las caras y la superficie de impacto deberá ser cualquiera de sus - caras. También se realiza una caída en un ángulo de 45°. (66)

**NOM-EE-118-1981.- Determinación de la permeabilidad de botellas.**

Esta norma establece un método para determinar la compatibilidad y permeabilidad de botellas de plástico con un determinado producto.

La permeabilidad es el fenómeno que puede ocurrir en dos sentidos del exterior y viceversa.

Se emplea un sellador para botellas de plástico en combinación con tapa y llave de torsión.

Se acondiciona a 23°C y 50% de humedad relativa la cámara climática. Como líquido de prueba se emplea el producto que se va a envasar; se llenan y - pesan con tapa, se cierran evitando distorsión. Se colocan en las condiciones ambientales descritas y se pesan después de 1,7,14 y 28 días. En cada pesada se inspeccionan para ver si hay distorsión y la magnitud de esta.

Se examina la blandura, exudación del producto, decoloración, manchas por rompimiento u otro tipo de falla.

Se compara el material de prueba con otro de vidrio que sirve de control y que se pone en las mismas condiciones para comparar olor, color, consistencia, apariciencia, sabor y otras pruebas físicas y químicas.

Se calcula el peso ganado o perdido en porcentaje. (67).

**\*NOM-EE-79-1980.- Botellas cilíndricas de polietileno de alta densidad.**

Las botellas cilíndricas deben cumplir con las dimensiones y tolerancias - indicadas. Los defectos críticos afectan la función básica del producto y son: fugas, variación de dimensiones, material diferente al específico, -- contaminación.

Los defectos mayores pueden causar problemas en su uso y son: rebabas, fisuras y partículas extrañas en el interior.

Los defectos menores afectan la apariencia del envase sin alterar la calidad del producto y se refieren a defectos de moldeo.

Los productos deben llevar marcado el número de cavidad y logotipo "Hecho en México"; así como los siguientes datos en el embalaje colectivo: nombre y tipo del producto, cantidad de piezas, nombre y dirección del fabricante, número de molde, lote o serie, año de fabricación, logotipo "Hecho en México" y muescas.

El producto debe agruparse en cajas de cartón corrugado u otro material -- que proteja al producto en su manejo. (68)

**\*NOM-EE-051-1973.- Envases cilíndricos impermeables de cartón con recubrimientos de polietileno.**

Este envase resulta de enrollar varias vueltas de papel kraft aglutinado - con recubrimiento interno y externo de película de polietileno, cerrado en el fondo y con tapa.

Se usan para envasar productos alimenticios que requieren un envase hermético impermeable y deban congelarse para su transportación como purés, mermeladas, aceites, etc.

El adhesivo usado debe ser insoluble en agua y no debe perder sus propiedades cuando es expuesto a la humedad.

La película de polietileno debe tener un mínimo de 0.0254 milímetros.

El papel kraft se somete a las siguientes pruebas: inmersión en agua, exposición, resistencia al reventado, espesor, resistencia a la tensión y rasgado, porosidad y humedad.

Los envases deben marcarse con los siguientes datos: capacidad, razón social del fabricante, impermeable, "Hecho en México". (69)

**\*NOM-EE-113-1981.- Películas flexibles. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua y gases.**

Esta norma establece los métodos para determinar la permeabilidad al vapor de agua y oxígeno, bióxido de carbono, nitrógeno, etc., en películas de plástico flexible para determinar la vida útil de los productos que son envueltos. (70).

**\*NOM-EE-143-1982.- Películas plásticas. Determinación de la resistencia del sellado a la tensión.**

El sellado de la aleta es adherir los extremos de dos películas plásticas. Es suficiente que el material sea termosellable en la superficie interior. El sellado de traslape es el que se efectúa entre un área interior y otra exterior.

La prueba de carga dinámica determina la intensidad de la resistencia del sellado en películas plásticas, ya sea con calor, adhesivos y otro medio. (71)

**\*NOM-EE-36-1972.- Bolsas estilo sobre para envasar queso fundido.**

Las bolsas estilo sobre para envasar queso fundido deben estar recubiertas en su parte interior con un material termoplástico que consiste en mezcla de hule sintético y cera microcristalina.

Las bolsas deben estar exentas de microorganismos patógenos; el color debe ser blanco, sin sabor u olor. El sello debe ser lateral a un mínimo de 2 mm. de la parte final del empaque.

Se debe determinar el peso del recubrimiento, el peso de la película, espesor, punto de fusión, resistencia de los sellos, toxicidad.

Cada bolsa debe tener una etiqueta impresa con los colores y motivos convenientes. La impresión se hace por el reverso con marca, nombre y domicilio del fabricante, peso, sello oficial de garantía, la leyenda "Hecho en México" y el número de registro de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

## 6.- TOXICIDAD DE MATERIALES POLIMERICOS UTILIZADOS COMO MATERIALES DE EMPAQUE.-

La compatibilidad alimento/empaque y empaque/proceso es desde el punto de vista de las autoridades (FDA), una tarea de seguridad. (73). La interacción del producto con los envases plásticos ha incrementado su importancia por los procedimientos de control y legislación desarrollados por las autoridades de FDA y las de la Comunidad Económica Europea. (4,74)

La función del empaque es proteger al alimento de la contaminación y daño - hasta que este llega al consumidor, pero puede ser también fuente de sustancias que migran al producto. Por esto los materiales destinados a estar en contacto con alimentos son legalmente considerados como aditivos, requiriendo una evaluación de seguridad previa a la comercialización para medir las cantidades y datos toxicológicos de las sustancias migrantes. (75)

Los datos necesarios para evaluarse están en el Acta Federal para Alimentos, Medicamentos y Cosméticos de las Autoridades de Estados Unidos. La petición debe contener una descripción completa de la identidad química y -- composición del aditivo propuesto, uso que se sugiere, cantidad requerida, métodos para determinar la cantidad en el alimento, reportes completos de investigaciones de seguridad, incluyendo métodos y controles utilizados en ellas; y una descripción completa de los métodos y medios usados para su producción. (76)

Se ha desarrollado un programa para ampliar el conocimiento de la migración de tóxicos; así como correlacionar dicha migración en solventes y en los alimentos. Este estudio incluye el uso de solventes de simulación para comparar la migración bajo condiciones extremas y lo que ocurren en los alimentos empaquetados y almacenados en condiciones normales.

Materiales marcados radioactivamente han sido usados para alcanzar los niveles de sensibilidad analítica requerida para detectar las especies migrantes. (75)

Para dichas pruebas se han usado líquidos que simulan alimentos en lugar de los verdaderos.

Hay tres fundamentos para las evaluaciones:

- 1.- Deben usarse los métodos de prueba recomendados para las determinaciones.
- 2.- Las extracciones deben correrse a una temperatura mínima de 49°C. (73)



- 3.- Los líquidos de simulación pueden usarse en lugar de alimentos verdaderos de acuerdo a la tabla.

<u>TIPOS DE ALIMENTOS</u>	<u>SOLVENTE APROPIADO</u>
No ácidos (pH arriba de 5). Productos acuosos, pueden contener sal y/o azúcar, emulsiones, aceite en agua.	Agua, n-heptano
Ácidos (pH=5 ó menos), productos acuosos, pueden contener sal y/o azúcar, emulsiones, aceite en agua de bajo contenido graso.	n-heptano, agua, ác. acétileno 3%
Acuoso, ácidos o no, conteniendo aceite o grasa libre, emulsiones agua en aceite.	Agua, n-heptano, ác. acético 3%
Productos lácteos y derivados	Agua-n-heptano
Grasas y aceites de baja humedad	n-heptano
<b>BEBIDAS</b>	
i.- Contenido de más de 8% alcohol	8% etanol/agua
ii.- No alcohólicos	ácido acético
iii.- Con más de 8% alcohol	50% etanol-agua
Productos de panadería	Agua, n-heptano
Sólidos secos libres de grasas o aceite	No se necesita prueba de extracción
Sólidos secos con aceite o grasa	n-heptano (76)

Para escoger los polímeros a estudiar se han tomado en cuenta: la importancia comercial, tipo químico y morfología.

Para los migrantes se considera: uso comercial de polímeros particulares, tamaño molecular e importancia en las propiedades del polímero.

Cada uno de los migrantes se marca con C<sup>14</sup> antes de la incorporación al polímero.

Los valores obtenidos se comparan con los resultados de alimentos verdaderos bajo condiciones normales de empaque y almacenamiento. (73)

## 6.1 REGULACIONES E.U.A.-

Código de Reglamentaciones Federales E.U.A.

Parte 177: Aditivos para alimentos indirectos: Polímeros

Subparte "A": Reservada

Subparte "B" Substancias para uso como componentes básicos para superficies en contacto con alimentos.

En esta subparte son enlistados los polímeros y copolímeros utilizados más comunmente como materiales de empaque para alimentos.

Para cada uno se especifica su composición, cantidades máximas permitidas de monómeros residuales, adyuvantes, aditivos; pruebas específicas de extracción; temperatura; tiempo adecuado; técnicas de análisis.

Estos materiales pueden ser empleados sin peligro de acuerdo a las condiciones establecidas. (77)

**MATERIAL**

**COMPUESTOS Y CANTIDADES PERMITIDAS**

Plásticos acrílicos y modificados	Manómero residual de copolímero	0.3mg/pul <sup>2</sup>
Acrilonitrilo/butadieno/estireno	Manómero residual de copolímero	11 ppm
	Manómero residual en el producto	0.00015 mg
	Extractos no volátiles totales- por pul <sup>2</sup> area.	0.0005 mg
	Contenido de nitrógeno	13-16 %

Estos materiales no pueden ser usados en contacto con bebidas:

Ionómeros grosor : 2 mil grosor menor a 2 mil Etileno-metil acrilato	Extracto en n-heptano	0.7 mg/pul <sup>2</sup>
	Extracto en cloroformo acidificado	0.5 mg/pul <sup>2</sup>
	Extracto en n-heptano	0.4 mg/pul <sup>2</sup>
	Extracto en cloroformo	0.5 mg/pul <sup>2</sup>

El grosor no debe ser mayor a 0.013 cm

Etileno/acetato vinilo/ alcohol vinílico	Extracto en agua	0.4 mg/pul <sup>2</sup>
Laminados alta temperatura	Extracto en cloroformo acidificado	0.0016mg/pul <sup>2</sup>

Pueden ser usados en contacto con alimentos sin pasar de 135°C.

Las capas interior y exterior deben estar separadas por material barrera.

Las capas pueden ser laminadas, extruídas, coextruídas o fundidas.

**Resinas Nylon**

66	Extracto en agua	1.5 % peso
	Extracto de 95% alcohol etílico	1.5 % peso
	Extracto en acetato de etilo	0.2 % peso
	Extracto en benceno	0.2 % peso
610, 66/610.6	Extracto de agua	1.0 % peso
	Extracto de 95% alcohol etílico	2.0 % peso
	Extracto en acetato de etilo	1.0 % peso
	Extracto en benceno	1.0 % peso
11	Extracto de agua	0.30% peso
	Extracto de 95% alcohol etílico	0.35% peso
	Extracto en acetato de etilo	0.25% peso
	Extracto en benceno	0.30% peso

12	Extracto de agua	1.0 % peso
	Extracto de 95% alcohol etílico	2.0 % peso
	Extracto en acetato de etilo	1.5 % peso
	Extracto en benceno	1.5 % peso
Polipropileno	Extracto soluble en xileno, 25°C	9.8 %
	Extracto en n-hexano, T-reflujo	6.4 %
Polietileno que no puede calentarse con alimentos	Extracto soluble en xileno, 25°C	11.3 %
	Extracto en n-hexano, T-reflujo T=50°C	5.5 %
Polietileno que puede calentarse con alimentos	Extracto soluble en xileno, 25°C	
	Extracto en n-hexano, T-reflujo T=50°C	2.6 %
Polietileno p/cubrir alimentos	Extracto soluble en xileno, 25°C	75.0 %
	Extracto en n-hexano, T-reflujo	53.0 %
Copolímeros de olefinas	Extracto soluble en xileno, 25°C	30.0 %
	Extracto en n-hexano, T-reflujo	53.0 %
Resinas de policarbonato	Extracto de agua	0.15% peso
	Extracto n-heptano	0.15% peso
Polietileno-cloro	Extracto n-heptano a 50°C	7.0 % peso
Polietilén ftalato	Extracto de agua	0.5 mg/pul <sup>2</sup>
	Extracto n-heptano	0.5 mg/pul <sup>2</sup>
Polietilén ftalato sin cubrir	Extracto de agua	0.2 mg/pul <sup>2</sup>
	Extracto n-heptano	0.02mg/pul <sup>2</sup>
Poliestireno y poliestireno modificado	No deben contener más del monómero residual	0.5 % peso
Polisulfonas	Extracto de agua	0.05mg/pul <sup>2</sup>
	Extracto n-heptano	0.05mg/pul <sup>2</sup>
Alcohol polivinílico	No se puede envasar agua	

Anhídrido maleico estireno	Extracto de agua	0.006%
	Extracto de n-heptano T=23°C	0.02 %
Etileno-cloruro vinilo	Extracto de agua	0.03 %
		0.10 %
Cloruro vinilo-propileno	Extracto de agua	0.03 %
	Extracto de n-heptano	0.10

## 6.2. REGULACIONES EN EL REINO UNIDO.-

Materia) y artículos en contacto con alimentos.

- Venta y usos de materiales y artículos.

- a) Los materiales y artículos destinados a estar en contacto con alimentos deben estar manufacturados de acuerdo a buenas prácticas, en condiciones que no se pueden transferir sus constituyentes al producto en cantidades que puedan poner en peligro la salud; deteriorar las características sensoriales o cambiarlo en su naturaleza o calidad.
- b) Para materiales y artículos manufacturados con polímeros de cloruro de vinilo o copolímeros se tiene un límite del monómero de 0.01 mg/kg del material.
- c) No deben transferir al alimento al monómero detectable por la técnica especificada.

- Etiquetado y descripción de materiales y artículos.

A menos que el material por su naturaleza sea claramente destinado a estar en contacto con alimentos, la descripción "para uso alimenticio" debe especificarse; las condiciones que deben ser observadas cuando el material esta siendo usado; el nombre comercial y dirección del procesador.

#### EMPAQUE

Regulaciones de materiales y artículos en contacto con alimentos. 1980  
Plásticos en contacto con alimentos. Un código para las prácticas de seguridad. 1981.

Este código contiene detalles de los plásticos aceptados para poder ser usados en contacto con alimentos durante su manufactura, procesamiento, envoltura, transporte y almacenamiento.

Este código contiene las especificaciones en los siguientes polímeros: -- PVC y copolímeros, PS, polímeros acrilonitrilo-butadieno-estireno, PE, PP resinas poliéster insaturado, polímeros estireno extendido.

También se enlistan los aditivos para polímeros recomendados y los tipos de alimentos con los que pueden usarse.

Tintas para la impresión de envolturas y empaques.

Reporte del comité de aditivos y contaminantes de sustancias del material de empaque al alimento. 1970.

Este comité considera el peligro a la salud de varios tipos de materiales y los métodos de control de sustancias indeseables derivados de los empaques; concluyendo que el más efectivo es el uso de ingredientes permitidos y un límite máximo de migración para cada tipo de material con el sistema de simulación solvente-alimento.

Documentos de vigilancia a los alimentos del Ministerio de Agricultura, Pesa y el Grupo de Dirección alimentaria:

No. 2 Medida del contenido de cloruro de vinilo del polímero.

No. 3 Medida del nivel del cloruro de vinilideno del polímero.

No. 6 Medida del nivel de acrilonitrilo y metacrilonitrilo.

No. 11 Medida del nivel de estireno.

Acta Alimentaria 1984.

Establece como delito la adición de cualquier ingrediente, su uso en la preparación; extraer cualquier constituyente o sujetar al alimento a ----

cualquier proceso o tratamiento que lo vuelva peligroso para la salud.

Regulaciones de Higiene en los alimentos. 1970.

No pueden usarse como envolturas ningún papel u otro material que no este limpio o que sea responsable de contaminar al alimento; y no se permite - ningún material impreso en contacto con vegetales crudos, conejos sin -- piel o aves desplumadas.

Regulaciones de Conservadores en Alimentos. 1979.

Dispone de un máximo de 5 ppm de formaldehído derivado de envolturas que-- contienen resinas con base en formaldehido o cualquier contenedor plásti-- co o utensilio en que este sea componente de consideración. (76)

Un interés más práctico es la presencia de compuestos en cantidades toxi-- cológicas insignificantes, pero que afecten la calidad por cambios en -- olor y sabor del producto empacado (79). Estos residuos pueden provenir-- de monómeros, catalizadores y solventes, descomposiciones relacionadas a la manufactura como la oxidación térmica durante la extrusión, interaccio-- nes complejas como transesterificación e hidrólisis a productos volátiles o transferibles. (78,79)

### 6.3 ALGUNOS CASOS ESPECIFICOS.-

Reportes recientes contemplan el posible efecto carcinogénico de algunos-- plastificantes de ftalato usados en PVC, que esta en contacto con el me-- dio circundante y el aditivo puede permanecer en su sitio o migrar con -- los siguientes resultados: 1) El polímero, debido a la pérdida del plasti-- ficante y transferencia del líquido al PVC, muestra considerable decremen-- to en las propiedades mecánicas; y 2) el medio circundante es contaminado por el aditivo.

Se hacen análisis tanto a los líquidos como a los plásticos pro conside-- rar que las impurizas pueden estar en pequeñas cantidades. (74).

Considerando que el plastificante pasa del PVC al líquido, y el líquido - al PVC, los análisis pueden realizarse por cromatografía de gases, donde el líquido es metanol, alcohol bencílico, mezcla etanol-agua o n-heptano. (74)

Uno de los principales plastificantes, el di-2-etilhexil-adipato (DEHA),- para las películas de PVC se analizó detectando niveles entre 5-23%.

Por pruebas sensoriales de 14 muestras empacadas en PVC, se encontro en - un caso sabor desagradable. (20). Aumentando el tiempo y temperatura de contacto del almacenamiento, se incrementa la migración del aditivo al -- alimento.

La migración de estabilizador de PVC a los líquidos y alimentos puede ser medido. Se marca con radioactividad y se mezcla a una concentración inicial de 1.8%. Los líquidos de simulación son agua, ácido acético 3%, etanol 8.50 y 100% aceite de maíz y heptano. Los alimentos incluyen leche, refresco de cola, vino, whisky, margarina, mayonesa y queso.

Excepto para alimentos semi-sólidos, la migración es continua sin indicación de cesar. El etanol y heptano son extractantes agresivos; mientras que el ácido acético y agua solo remueven pequeñas cantidades del estabilizador (21), por lo que pueden usarse junto con PE, PP, fluoropolímeros y resinas epóxicas para contenedores de agua potable. (22)

En otro estudio se encontró que la difusión y el coeficiente de participación presentan relación lineal en sistemas de agua-PVC y agua-PP. (23).

También hay similitudes entre las constantes de difusión para PP-agua y - la del octano en agua. (24)

En relación al poliestireno, algunos sistemas alimenticios han demostrado ser incompatibles con éste. Usando PS  $C^{14}$  se determinó que ésta incompatibilidad esta dada, en parte por la disociación del polímero por ciertos aceites esenciales. Citronela, limonero y terpineno (constituyentes de sabores), son excelentes solventes para el PS, solubilidad casi 0.5 g/g de solvente a temperatura ambiente (25). Empleando también PS  $C^{14}$  en un peso similar al encontrado en contenedores, fue disuelto en aceite de limón y administrado a ratas. Después de 5 días toda la radiación se recogió en - las heces. No se detectó radiación ni en sangre, orina, órganos mayores o tejidos. El 99% del  $C^{14}$  se excretó dentro de las 48 hrs. después de la incubación.

En otro estudio, los compuestos difusibles del PS se aislaron no causando mutagenicidad en Salmonella Typhimurium. (26)

El estireno imparte sabor desagradable al alimento empacado aún a concentraciones muy bajas. (79)



#### 6.4. RESPONSABILIDAD EN LA HIGIENE DE LOS ENVASES PARA ALIMENTOS.-

Las regulaciones para materiales y artículos en contacto con alimentos piden que los materiales de empaque destinados a éstos deben ser hechos de acuerdo a buenas prácticas de manufactura.

Debe mantenerse estricta higiene como en las industrias donde se elaboran alimentos, como es el uso de cubrepelo y overoles. El cabello humano es un peligro de contaminación en la producción, acabado y empaçado; especialmente en contenedores rígidos y pre-formados. Se recomienda además no fumar, comer o beber en las áreas de producción. El equipo y estructuras deben ser limpiados frecuentemente y retirados los desperdicios.

Los contenedores plásticos son formados a temperaturas altas que no puede haber contaminación microbiológica después del proceso, pero existe un período entre la producción y la llegada a la industria donde puede ocurrir la contaminación.

El uso de inmersiones y de vacío o soplado de aire de los contenedores ha sido considerado pero no se ha desarrollado completamente el equipo.

La industria del enlatado utiliza técnicas de vacío para limpieza, pero pero las hojas de aluminio pueden no recibir limpieza después de la impresión. (80)

Recientemente se han desarrollado materiales de empaque impregnados con conservadores, como bactericidas y fungicidas que son mezclados con resinas y puestas en películas con uso para alimentos. (27)

#### 6.5. NORMALIZACION DE ENVASES COMO MEDIDA DE PROTECCION AL CONSUMIDOR.

La normalización no sólo debe estar dirigida hacia los bienes y servicios sino también a los aspectos relacionados con ellos.

Una norma tiene por objeto simplificar las operaciones de los productores y facilitar sus transacciones, codificar los métodos de prueba, reducir costos de almacenamiento y transporte, asegurar las condiciones idóneas de mantenimiento y la aptitud de la mercancía para su uso; pero también debe brindar garantía de respeto a las leyes y a la defensa de los derechos de los consumidores que se traduce en: 1) el establecimiento de normas sobre productos y servicios.

2) reducción de tiempos y costos; 3) aplicación efectiva de las normas; -  
4) información objetiva de los productos.

Comercialmente, el envase hace posible el desplazamiento de las mercan--  
cías y su manejo, además sirve de agente publicitario. Sin embargo, tales  
ventajas no benefician como se desea al consumidor final; por lo que con  
viene señalar los puntos que repercuten en el consumidor.

#### \*DISEÑO DEL ENVASE.-

El diseño responde a lo que se vende, a quién y quién lo vende. Desde el  
punto de vista del consumidor, el factor más importante es el de los cos-  
tos. Es en el precio donde se paga el envase; perjudicando la economía --  
del comprador cuando no se ha considerado sus problemas, recursos y necesi-  
dades reales.

#### \*FORMA DEL ENVASE.-

La forma del envase da idea al consumidor sobre el tipo de producto que -  
contiene y sus caracterfstica. Puede influir además la impresión que se  
recibe del tamaño y volúmen.

Hay en el mercado envases diseñados con el fin de inducir al error al com  
prador en cuanto a la cantidad de mercancía que contiene.

#### \*DIVERSIDAD DE ENVASES.-

Esto obedece a técnicas publicitarias para mayores ventas para atraer la  
atención de diversos sectores del mercado. Esto además de encarecer la -  
producción, confunde al consumidor en el momento de la compra.

La regulación de estos aspectos preocupa a la Secretaría de Comercio. La  
Dirección General de Normas Comerciales pretende normalizar las presenta-  
ciones de los productos de consumo básico, para que en el momento de la -  
compra, se puedan comparar diversas marcas y elegir aquellas que más con-  
vengan a sus necesidades y posibilidades.

#### \*INFORMACION EN LOS ENVASES.-

La información sobre los productos es condición indispensable para que el  
consumidor pueda asumir un papel activo y responsable en su economía.

Es necesario introducir mayor rigor para los requisitos de información -- con base en veracidad, es decir, información objetiva que corresponda a una comprobación; suficiente para conocer las características esenciales del producto, posibilidad de comparar para elegir razonadamente de acuerdo a criterios comunes.

En la determinación de la información que deben tener los envases, la normalización constituye el punto de partida. Las normas establecen con frecuencia grados de calidad, requisitos de seguridad, etc., que permiten establecer la información que el consumidor debe conocer. (81)

#### 6.6. EMPAQUE Y MEDIO AMBIENTE.-

Si justificadamente empacamos, entonces debemos admitir que una vez usado el empaque ha servido su función principal. ¿Cómo se recicla o se dispone de éste?.

Como otros materiales, los plásticos son reciclables durante el proceso de manufactura, sin embargo, la industria apenas ha considerado la recuperación de los materiales de deshecho de las ciudades. El proceso de reutilización es similar al paso de la mezcla de los compuestos en la manufactura. La principal diferencia es que en el reprocesamiento se remueven contaminantes además de mezclarse. Generalmente, los plásticos deben ser primero separados en materiales individuales antes de ser empleados.

Cuando las botellas de PET para bebidas carbonatadas tomaron el mercado, la industria empezó a desarrollar programas de reciclaje. Primero se coleccionaron las botellas en los depósitos del estado, poco después los empresarios crearon sistemas para usar las botellas. Ultimamente, el reprocesamiento debe separar las etiquetas de papel, capas de aluminio o plásticas y la base PET.

Pero la producción de PET regenerado no es garantía de venta; ya que es difícil el volver a elaborar botellas para refrescos; pero puede usarse para ligas, resinas de fibra reforzada, hojas plásticas, etc.

Los empaques deben ser dispuestos después de su uso, para reutilización y reciclaje, ya sea por insuficiencia de tecnología o por incentivos económicos. (82)

## 7. ANALISIS ECONOMICO DE LOS CONTENEDORES POLIMERICOS PARA ALIMENTOS

### 7.1 PANORAMA MUNDIAL.-

La situación económica y tecnológica de los países se ve reflejada en los envases; es en los desarrollados donde se marcan las pautas y se fijan -- las tendencias a nivel internacional. Un alto estandar de vida es la condición esencial para que se dé el envase sofisticado, como Japón y Europa.

Existe una clara tendencia a la sustitución del metal y vidrio con plásticos y nuevas materias primas a nivel internacional.

Para el año 2000, la mayoría de los envases para alimentos serán multilaminados co-extruidos con alta barrera. El mercado para PVC, PP, EVHD, --- PVDC, BOPP, seguirá en crecimiento.

Las botellas PET, nylon para charolas de microondas, lata compuesta, bolsas, nylon orientado, etc., tienen grandes posibilidades por ser atractivos y funcionales.

La lucha entre la hoja de aluminio y el metalizado seguirá, uno por sobre vivir y otro por crecer.

En cuanto a las películas, los coextruidos han dado y darán nuevas posibilidades al mercado. Hay una clara tendencia de desaparición de los laminados flexibles, sobre todo en donde el aluminio no es indispensable y puede ser sustituido por co-extrusiones de siete capas con EVOH y Nylon o -- PVDC.

En cuanto a Latinoamérica, por la crisis económica, el bajo estándar de vida, hábitos de consumo y gusto por la comida fresca y servicios domésticos, determinan envases sencillos, económicos, reciclables en lugar de de sechables. Por otra parte, los consorcios que suelen ser proveedores únicos limitan la calidad y el desarrollo. Sin embargo, se ha establecido el envase aséptico; las coextrusiones están creciendo; el nylon y BOPP tienen ya su mercado. Los tubos colapsables se están introduciendo; el PET y el metalizado van en aumento.

### 7.2 PANORAMA EN MEXICO.-

Las materias primas que constituyen la base para la elaboración de los -- plásticos son: etilbenceno, etileno y benceno, que son producidos por --- PEMEX, que también proporciona el polietileno. (84)



A R O S	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
<b>ACETATO DE VINILO</b>								
Producción	22	26	32	45	48	54	48	48
Importación	3	0.5	0.2	0.7	0.4	0.1	0.9	---
Exportación	---	---	3	18	23	23	22	14
C.N.A.	25	27	29	27	25	31	27	32
<b>POLIPROPILENO</b>								
Producción	---	---	---	---	---	---	---	---
Importación	69	102	65	56	61	88	93	116
Exportación	---	---	---	---	---	---	---	---
C.N.A.	68	102	65	56	61	88	93	116

En nuestro país, más del 80% del mercado de plástico corresponde a resinas sintéticas, siendo las más importantes: PE alta densidad, policloruro de vinilo, PE baja densidad, poliestireno y polipropileno.

CONSUMO NACIONAL APARENTE TOTAL DE RESINAS SINTETICAS  
(MILES TONELADAS)

A Ñ O	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
PRODUCCION	591	642	643	647	770	856	906	986
IMPORTACION	239	309	265	305	189	299	286	219
EXPORTACION	2.5	2.1	18.4	77.3	143	135	174	232
C.A.	828	949	890	876	816	1020	1012	973
INCREMENTO C.A. %	19.9	14.6	6.2	1.6	6.8	25	0.3	4.3

En relación a la producción de resinas sintéticas, se observa un claro progreso durante los últimos años; aunque en el período de 1981 a 1983 se mantuvo prácticamente igual, debido a la situación económica general del país. En 1987 hay 8.9% de aumento en relación al año anterior, gracias al PVC, PS y PE de alta y baja densidad; que también destacaron en años anteriores.

Las importaciones crecieron a una tasa promedio anual de 17.4%. A partir de 1980 han sufrido altibajos; ya que materiales como el polietileno se producen en mayor cantidad para satisfacer la demanda, mientras que el polipropileno se sigue importando.

En los últimos años, las exportaciones se han incrementado considerablemente; el 33% global en '87 con respecto a '86 y 29.2% de este año al '85. Estos aumentos se deben principalmente al PVC Y PS.

Según se observa el polietileno de alta y baja densidad, polipropileno y poliestireno son las resinas de mayor consumo en nuestro país.

Situación de las principales resinas en México.-

SITUACION DE LAS PRINCIPALES RESINAS EN MEXICO  
DURANTE EL AÑO DE 1987  
TONELDAS (85)

RESINA	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	C. A.
EXOXICA	2600	1284	53	3831
P. V. C.	7200	290	2200	5228
POLIESTER	19500	1052	420	20132
POLIESTIRENO	126000	4200	38700	91700
HDPE	75992	68082	9547	134477
LDPE	257000	20500	15200	262300
POLIURETANO	23340	588	----	23928
PP	----	115984	----	115984

Según se observa, el polietileno (alta y baja densidad), polipropileno y poliestireno son resinas de mayor consumo.

Existen además otras resinas de pequeño volumen de consumo, pero para aplicaciones más especializadas de resistencia y precisión. Las resinas-base para la producción de éstos con mayor uso en México son: poliacetales, nylon, policarbonato, polisulfonas, PET. En mercados más duros, la especialización ha abierto campo para estos plásticos. En nuestro país se han empezado a introducir, esperando un rápido desarrollo. (86)

**PELICULAS.-**

Según se observa en la Tabla, el sector alimentario ocupa hasta 1986, el 20% del la participación del consumo total de películas. (2)



CAMPOS DE APLICACION DE LAS PELICULAS

1986

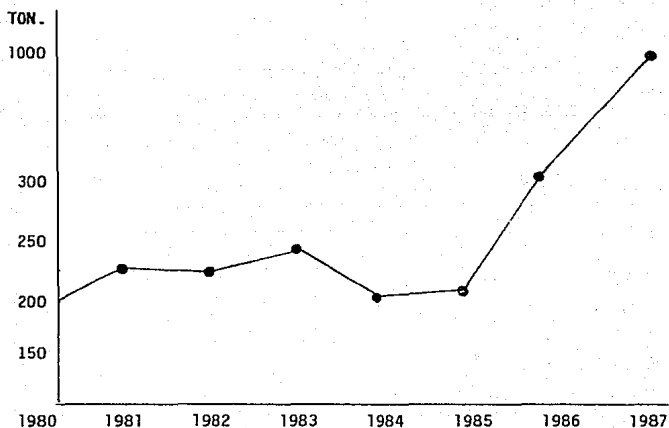
<u>SECTOR</u>	<u>CONSUMO</u>	<u>PARTICIPACION</u>
COMERCIAL	173,300 TON.	53%
INDUSTRIAL	32,700	10%
FARMACEUTICO	16,400	5%
OTROS	39,100	12%

Las películas de mayor consumo son las hechas de PE, PP Y PVC, las cuales - se usan en forma directa en altos porcentajes. (2)

<u>PLASTICO</u>	<u>CONSUMO TOTAL</u> <u>100 TON.</u>	<u>USO DIRECTO</u> <u>1000 TON.</u>	<u>%</u>	<u>LAMINACION</u> <u>1000 TON.</u>	<u>%</u>
Poliétileno	287	277	96	10	4
Polipropileno	25	16	64	9	36
P. V. C.	14	14	100	0	0
NYLON	0.45	0	0	0.45	100
Poliéster	0.45	0	0	0.45	100
Total	326.9	307	93	19.9	7

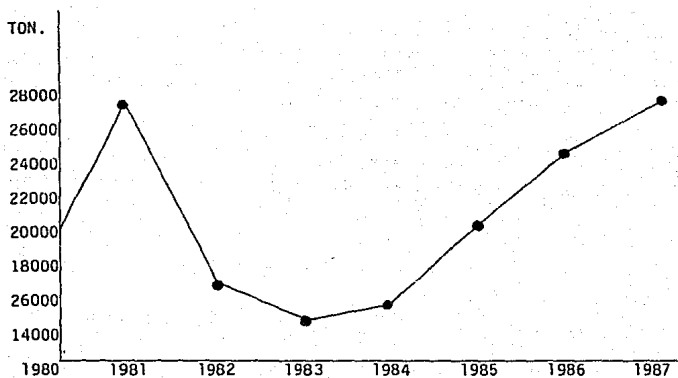
Las películas de mayor consumo es la de PE. De 1980 a 1983, la demanda fue bastante similar; observándose después recaída en 1984 para seguir en rápido crecimiento hasta la fecha. (2)

CONSUMO DE LA PELICULA DE POLIETILENO



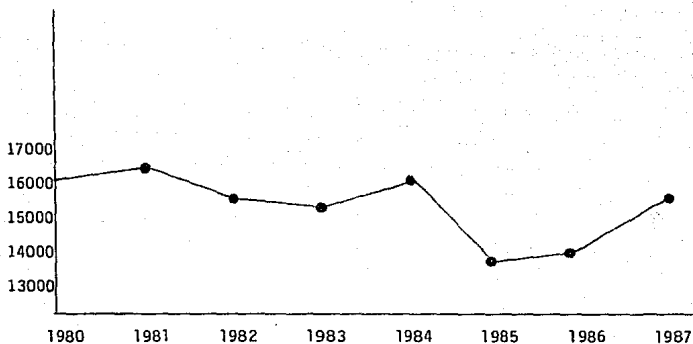
En la actualidad, el consumo de la película de PP ha alcanzado niveles similares a los existentes en 1981; después de haber superado el fuerte decremento de 1982 y 1983. Después de estos años se observa recuperación más consistente.

CONSUMO DE PELICULAS DE POLIPROPILENO



Después de 1980, el consumo de película de PVC no ha vuelto a llegar a su último nivel. Entre 1984 y 1985 se observa rápida y fuerte caída en la demanda. para 1986 y 1987 la recuperación es evidente. (2)

CONSUMO DE PELICULA DE POLICLORURO DE VINILO



La industria alimentaria participa con 65% del mercado total de laminados plásticos.

Los sectores más importantes son el de botanas, confitería y alimentos en polvo. Los datos completos se observan en la Tabla.

M E R C A D O	CONSUMO	PARTICIPACION
Botanas	5,970 Toneladas	30%
Farmacéuticos	2,990 Toneladas	15%
Jabones	2,990 Toneladas	15%
Confitería	1,990 Toneladas	10%
Alimentos en Polvo	1,790 Toneladas	9%
Cafés en polvo	1,190 Toneladas	6%
Gelatinas	790 Toneladas	4%
Refrescos en polvo	600 Toneladas	3%
Embutidos	400 Toneladas	2%
Panificación	200 Toneladas	1%
Otros	900 Toneladas	5%

Del total de consumo de películas, solo un 4% del PE se lamina y el 36%-- del PP. según datos de 1986, todo el nylon y PS se lamina, mientras que - de PVC nada se procesa. (2)

#### ENVASES.-

El PE es el material de mayor consumo en los envases flexibles, debido a su bajo costo y alto rendimiento.

El polietileno de baja densidad presenta además de buenas características fisicoquímicas, facilidad de proceso y adaptabilidad a necesidades específicas. Se ocupa principalmente en artículos flexibles como empaques y bolsas. En proporciones menores se ocupa para película gruesa de sacos industriales y laminados.

El HDPE ofrece mayor rigidez y barrera. Se utiliza para cajas, botellas y recipientes industriales.

El PP posee buena transparencia, tenacidad y es procesable. Se utiliza -- para sacos, envases y confitería.

El PS, por tener excelente moldeabilidad se destina a envases y tapones, - vasos térmicos y empaques.

El uso de PVC se ha hecho extensivo a la fabricación de botellas además - de película flexible.

Las gráficas del consumo nacional de las principales resinas empleadas en envases, muestran rápido crecimiento del PE, sin tener grandes bajas como con PVC, PS y PVC. (84)

El consumo nacional de resinas plásticas es aún incipiente, existiendo un enorme potencial en los mercados actuales como en nuevas aplicaciones. (86)

Alemania Federal y EUA, han tenido un crecimiento muy similar. España, -- Brasil y México, de economía parecida presentan un aumento más espectacular. En nuestro país, el consumo por habitante se ha duplicado en los últimos 10 años, esperándose un incremento del 30% para el resto de la década. (86)

Se estima que para 1990 el país con mayor consumo interno será Brasil, -- después México, España y Japón. (86)

## 8. DISCUSION.-

Los materiales de empaque fabricados con polímeros han tenido cada vez mayor participación en el mercado, desplazando a otros materiales en propiedades, versátiles, costo, disponibilidad, etc.

Es necesario considerar las características propias de cada material en momento de elegir el empaque adecuado a cada tipo de alimento para aprovechar al máximo dichas propiedades y evitar problemas toxicológicos, interacciones indeseables, resistencia inadecuada, etc.

En cuanto a las formas posibles, con los materiales poliméricos existen una gran diversidad de ellas para ajustarse al tipo de alimento y proceso al que es sometido para su conservación; además de que pueden aplicarse una mayor variedad de tecnología en comparación con otros materiales.

Si el empaque es considerado como parte importante en la mercadotecnia, es entonces necesario que este se ajuste a las necesidades del consumidor en forma real y proporcione información adecuada sobre el producto y uso, evitándose el inducir al error.

Día a Día aumentan los alimentos que pueden empacarse con materiales a base de polímeros y que van desde lácteos, jugos, embutidos, etc., hasta -- platillos preparados y listos para usarse y bebidas alcohólicas.

Dadas las características y posibles combinaciones de materiales flexi---bles poliméricos, se ha observado un gran crecimiento de éstos en el sector alimentario al empacarse productos que tradicionalmente empleaban empaques rígidos (mermelada y vegetales); y que ofrecen además al consumi---dor facilidad de transporte y ligereza entre otras cosas.

El polietileno (tanto de alta como baja densidad), por sus característi---cas y versatilidad al poderse emplear en películas, laminados y rígidos, es de los materiales hoy en día más usados. Además, el costo es menor a otros que son de importación en nuestro país específicamente.

El polipropileno es superior al anterior en rigidez y resistencia; en forma orientada se incrementan sus propiedades de manera considerable; y es en esta forma como más se ocupa en la industria. Además se encuentra disponible para ser sellado con calor o en frío o con color o sin el.

Los nylons se encuentran en varios tipos. Pueden combinarse con otros materiales para producir laminados más resistentes y de mejores características.

Otros materiales importantes son PVC y PVDC por su amplia aplicación: vegetales, leguminosas, chocolates, aceite, carne, pescados y lácteos.

Dentro del empaque flexible y en los últimos años, el desarrollo ha sido orientado en laminados y películas barrera a factores como oxígeno, luz - vapor de agua, etc., que son responsables de algunos deterioros importantes en los alimentos que repercuten en la disminución de calidad, vida -- útil y pérdidas económicas. Los materiales empleados son diversos y se combinan por técnicas como la extrusión.

Con el advenimiento de estos materiales se han podido desarrollar tecnologías nuevas, como la fabricación de bolsas esterilizables que mantienen al producto en buenas condiciones por períodos largos. Se puede completar este empaque con una caja que protege la bolsa.

Otra tecnología es la de envasar asépticamente con múltiples materiales, formas y aplicaciones. Los problemas existentes están en el equipo y no en los empaques.

Al igual que en los empaques y envases flexibles, los polímeros ofrecen amplias opciones y resuelven problemas al industrial y consumidor en los rígidos.

En esta área específica también hay desarrollos y lanzamientos como la lata plástica que es mejor por su contraparte metálica en ligereza, disponibilidad de materia prima y costo. Los materiales que pueden usarse son diversos lo que aumenta la posibilidad de aceptación y comercialización.



Otro es la aparición de la botella PET, que se puede encontrar ya en nuestro mercado tanto para envasar vegetales como bebidas (refrescos). Posiblemente en algún tiempo se encontrará en ellos vinos y licores en nuestro país; su éxito dependerá del consumidor acostumbrado a otro tipo de envase.

Las comidas preparadas y listas para consumirse son ampliamente aceptadas en países europeos y Japón. En México todavía no se encuentran; pero según el estilo de vida y las necesidades de la población, se integrarán al mercado como se han adoptado las comidas enlatadas, por ejemplo.

En relación al control de calidad y pruebas que lo integran, debe establecerse dentro de la industria como se hace en toda materia prima para asegurar que el producto no corre peligro de ningún tipo de deterioro ni para el mismo productor ni para el consumidor.

Es en este aspecto donde se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas relativas a envases y materiales de empaque y se refieren a las pruebas físicas que deben pasar. No existen normas concernientes a la toxicología como en otros países en que además de ser extensa es muy específica en pruebas, métodos y valores límite permitidos de compuestos migrantes.

En este último aspecto, los materiales poliméricos pueden ser empleados seguramente dentro de las especificaciones estipuladas. En ocasiones, -- las sustancias migrantes son aditivos y/o coadyuvantes y no el monómero en sí.

En cuanto a la higiene de los envases, es responsabilidad del productor -- vigilar buenas prácticas de manufactura y del elaborador de alimentos cuidar en el momento de utilizarlos que se encuentren en buenas condiciones. Los procesos por los que se obtienen la mayoría de los envases y empaques de polímeros disminuyen en gran medida la posibilidad de contaminación.

Debido a las condiciones por las que atraviesa el medio ambiente y a lo que se ha expuesto a la vida conforme el progreso y el nivel de vida crecen, debe reflexionarse sobre el objetivo y destino final de los materiales de empaque.

Hasta recientemente y sólo en países desarrollados se ha considerado el reciclaje y racionamiento de los materiales poliméricos como medida seria ante la contaminación que provocan.

En países como el nuestro, en el que se adoptan ciertas costumbres de consumo pero sin tener la tecnología para resolver este problema, ni la educación como usuario para contribuir a su solución; es necesario crear conciencia tanto en el industrial como en el consumidor.

En muy pocos años se ha observado un avance importante en el lanzamiento de nuevos productos alimenticios, cada vez más procesados para satisfacer al comprador; sobre todo en países con alto estándar de vida y poder adquisitivo.

El empaque es reflejo de la economía de cada país. En Europa Occidental y Japón, y en menor medida en Estados Unidos, se encuentra la más amplia variedad de envases, empaques e innovaciones. En países como el nuestro el proceso es más lento.

Mundialmente se observa que materiales como vidrio, madera y aluminio van desapareciendo para dar lugar a diversos polímeros, ya sea solos o combinados. Se calcula que para el año 2000 dominará el mercado.

Lo anterior dependerá del avance de estudios toxicológicos del consumidor en aceptarlos y del costo.

En nuestro país, después de años críticos reflejo de la economía general, se observa ya franca mejoría de los principales materiales en su producción, exportación y consumo; aunque algunos sigan siendo importados.

Por lo anterior, el futuro es promisorio para los polímeros en la industria de alimentos.

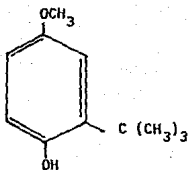
## 9. CONCLUSIONES.-

- El empaque no puede mejorar la calidad del alimento; depende de la materia prima con que fue elaborado; el proceso y las condiciones de este; -- manipulación durante el transporte, y almacenamiento adecuado. Algunos tipos de deterioración ocurren inevitablemente después de cierto tiempo según sea el producto y condiciones ambientales.
- Las propiedades barrera inherentes al empaque proporcionan mayor y mejoranaque?.
- El empaque debe ser funcional y adecuado para contener alimentos, ofrecer resistencia, aislar de factores externos manteniendo los propios.
- Por sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, los materiales poliméricos son versátiles y aptos para empaques flexibles y rígidos de alimentos; gozando de creciente aceptación por los sectores involucrados.
- Conforme los hábitos de consumo y forma de vida evolucionan, los empaques y envases también para satisfacerlos, y en estos cambios los polímeros -- ocupan mayor lugar por ofrecer más opciones al industrial y al consumidor.
- Con los procesos y empaques asépticos se amplía el panorama de productos alimenticios que pueden conservarse y comercializarse.
- El sistema de control de calidad dentro de la industria debe establecerse para detectar daños en el transporte y asegurar los estándares establecidos que eviten el empleo de lotes defectuosos que ocasionen pérdidas en la fabricación y distribución.
- La función del empaque es proteger al alimento de la contaminación y daño, pero puede ser también fuente de compuestos que migren al producto; por lo que se requiere una evaluación de seguridad previa a la comercializa--

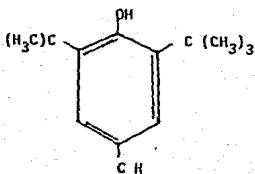
ción para medir cantidades y efectos toxicológicos de las sustancias migrantes.

- Es necesario ampliar las normas existentes en nuestro país, sobre todo en el aspecto de toxicidad en el que no hay; así como cumplir las vigentes para protección de los derechos e intereses de los consumidores.
- La manufactura de empaques y envases destinados a estar en contacto con alimentos debe estar de acuerdo a buenas prácticas, así como su posterior manejo.
- Los materiales y procesos empleados en el empaque son reflejo del desarrollo y economía de cada país.
- En México se han observado descensos importantes en el consumo de polímeros como materia prima para envases como consecuencia de la crisis económica existente por varios años; sin embargo, ya se observa recuperación y una brillante perspectiva.

ANEXO



BHA  
Butil-hidroxiánisol  
3-Terbutil-4-hidroxiánisol



BHT  
Butilhidroxitolueno  
2-6-diterbutil-4-metilfenol

**BIBLIOGRAFIA.-**

- 1.- Vidales. G. Desarrollo del Polietileno en la Industria del Envase. Panorama Plástico. 4 (17). 1987
- 2.- Anón. La importancia de los plásticos en la industria del empaque y del envase. Panorama Plástico. 5 (20). 1988
- 3.- Evatt. L. Future Shaped by Plastics. Food Technology in New Zeland. 21 (10). 1986
- 4.- Ramos A. Los envases y embalajes de plástico: una realidad de hoy. Alimentaria. (139). 1983
- 5.- Sacharow. B. Food Packaging. The Avi Pub. Co. Inc. Westport 1970
- 6.- Cabes. L. Plastic Packaging used in retort processing: Control key parameters. Food Technology. 1985
- 7.- Anon. Designing a new pack. Food Manufacture. 60 (2). 1985
- 8.- Cage and Clark. W. Opportunities and constraints for flexible packaging of foods. Food Technology. 1980.
- 9.- Dempster. D. Flexibles. Food in Canada. 44 (8). 1985
- 10.- Brody. A. Flexible packaging of foods. C.R.C. Press. 1970
- 11.- Aguirre. D. Seminario del empaque plástico flexible; polietileno. Industria Alimentaria. 7 (6) 1985.
- 12.- Kimber. A. "Shrink and Stretch". Food Manufacture. 60 (7). 1985
- 13.- Barmore, Purvis, Felers, Polyethylene Film packaging on citrus fruit: containment of decaying fruit. Journal of Food Science. (48) 1983.
- 14.- Barmore. C. Packaging technology for fresh and minimally processed fruits and vegetables. Journal of Food Quality. 10 (3). 1987
- 15.- Spitz. J. 2nd. Generation OPP film offers new opportunities Snack Food. 1984.
- 16.- Neitzert, W. Las propiedades típicas de las láminas de polipropileno --- orientadas. Alimentaria. (140) 1983.
- 17.- Anon. Novedades y tendencias en el embalaje. IDE. 24 (297) 1984.
- 18.- Anon. Third Barrier. Food Engineering. 57 (4). 1985.

- 19.- Anon. Third barrier. Food Engineering. 57 (4). 1985
- 20.- Packaging. 31 (1)1986
- 21.- Anon. Printpack. Snack Food. 1984
- 22.- Anon. Hortalizas frescas para tres semanas. Alimentaria 1986
- 23.- Carlson. Current aseptic packaging techniques. Food Tech. 38 (12). 1984
- 24.- Morris. Foam/paper laminate. Food Engineering. 57 (2). 1985
- 25.- Aguilar. M. Envases flexibles esterilizables. Información Científica y -- Tecnológica. 6 (5). 1984
- 26.- Vargas. O. Conservación de frutas tropicales en bolsas flexibles esterilizables. Tecnología de Alimentos. 25 (150). 1985
- 27.- Valle Vega P. La bolsa esterilizable. Tecnología de alimentos. 17(5) 1986
- 28.- Kadan. P. Bhannumurthi. J. L. Comparative Studies on the packaging of -- milk in glass bottles and polyethylene pouches. Journal of Food Sci. and Tech. 21 (6). 1984
- 29.- Beverly, Strasser, Wright. Critical factors in filling and sterilizing -- of institutional pouches. Food Tech. 1980
- 30.- Anon. Thanes has packaging equipment in the bag. Food Technology. 36 (2) 1982
- 31.- Steffe. J.; Williams and Black. Energy requirements and cost of retort -- pouch vs. can packaging systems. Food tech. 1980
- 32.- Josephson, Lindsay and Stuber. Effect of handling and packing on the quality of frozen whitefish. Journal of Food Sci. 50 (1). 1985
- 33.- Orbell. J. Aseptic bag-in-box packaging. Food Tech. 1980.
- 34.- Chakravorty, S. C. et. al Aseptic packaging of food products. Indian Food Packaging. 37 (1). 1983
- 35.- Nelson P. Outlook for aseptic bag-in-box packaging of products for manufacture. Food Tech. 1984
- 36.- Anon. Los Desarrollos más recientes del envasamiento aséptico. Alimentos procesados. 4 (7) 1985.
- 37.- Robertson G. Packaging materials for aseptic foods. Food Technology in -- New Zeland. 18 (2). 1983
- 38.- Anon. The Aseptic report. Food Engin. 55 (7) 1983.
- 39.- Morales. C. Tecnología de multicapas en el mercado del empaque. Industria Alimentaria. 8 (2) 1986

- 40.- Dempster. D. Rigid Tubs. cans and bottles. Food in Canada 44 (8). 1985
- 41.- Goddard K. Lata de TPE, el Embotellador 1981
- 42.- Doar, L. Future-Pak'84. Food Engin. 57 (2). 1985
- 43.- Anon. New ideas in technology. Food Engin. 56 (8) 1984
- 44.- Anon. Packaging trends. Food Engin. 56 (4) 1984.
- 45.- Derrington. H. A packaging revolution: retornable plastics. Food Manufacture. 61 (9). 1986
- 46.- Anon. 1980... ¿Amanecer de la tapa plástica?. El embotellador. 1981
- 47.- Lamaire. W. H. Ideas in Packing. from Japan. 58 (12). 1986
- 48.- Beagley K. Beverage Packaging. New sizes. new containers. Packaging 30 (13). 1985
- 49.- Moreno, J. Envases PET, la mejor alternativa. Panorama Plástico. 4 (19)1987
- 50.- Fanelli et al. Protection of milk packaged in high density polyethylene against photodegradation by fluorecent light. Journal of Food Protection. 48 (2) 1985.
- 51.- Brody- A; Packaging: Retort on the tray and not the pouch. Cereal Food World 31 (9). 1986.
- 52.- Hannigan K; Retort Cup. Food Engin. 56 (8). 1984
- 53.- Brody A. Drying. canning, freezing. and now miltitherm. Cereal Foods World 31 (3). 1986
- 54.- Brody. A. Hot Filling is hot. Cereal Food World 32 (7). 1987
- 55.- Anon. Aseptic efforts focus on plastic, cup-style packs. Package Engin. 28 (1) 1983
- 56.- Brody L. Packaging into the microwave-and out. Ceral Foods World 31(1)1986
- 57.- Russo. J. Campbell Soup Company "Souperstar of innovation". Packaging 30 (12). 1985
- 58.- Anon. Nuevo procedimiento para fabricar y acondicionar jamones y embutidos Ind. Alimentaria. Vol. 8-6 1986
- 59.- Gutman. E. La Guerra de los envases: desarrollando estrategias. Beverage World en Español. 1984
- 60.- Muñoz. Arce, Rojas y Barrios. Métodos de Control de calidad en la industria del laminado plástico flexible. Industria Alimentaria. 7 (6). 1985



- 61.- Molkay, V.G. Sistema de Control de Calidad para materiales de empaque. Tecnología de Alimentos. 16 (4). 1981
- 62.- Brennan. J. Curso sobre empaque de alimentos. Reading. University. 1978
- 63.- Gylys and Rizvi. A simple nondestructive method for determination of air content in polymeric packages. Journal determination of air contest in -- Polymeric packages. Journal of Food Science. 48. 1983
- 64.- Norma Oficial Mexicana NOM-EE-142-1982. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 65.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-116-1981. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 66.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-109-1981. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 67.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-118-1981. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 68.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-79-1980. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial
- 69.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-51-1973. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 70.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-113-1981. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 71.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE-143-1982. Secretarfa de Patrimonio y Fomento Industrial.
- 72.- Norma Oficial Mexicana. NOM-EE- 36-1972. Secretaría de Industria y Comercio.
- 73.- Schwartz. P. Regulatory Requirements for new packaging materials and processing technologies. Food Technology. 39 (19) 1985
- 74.- Instrumental Analysis of Foods. Vol. 1 Academic Press Inc. 1983
- 75.- Davis R. Liquid Foods in flexible packages A Regulatory perspective. Food Technology. 1980.
- 76.- Code of Federal Regulations. Foods and Drugs. USA.
- 77.- A guide to the Food Regulations in the United Kingdom. The British Food Manufacturing Industries Research Association. 1986
- 78.- Gilbert. S. Food/package compatibility. Food Technology 39 (12) 1985
- 79.- Instrumental Analysis of Foods. Vol. 2 Academic. Press. Inc. 1983

- 80.- Byrne, M. Packaging Hygiene: whose responsibility?. Food Manufacture. 58 (5). 1983
- 81.- Tietzsch-Cabrera, G. La normalización del envase como medida de protección al consumidor. Industria Alimentaria. 3 (4). 1981.
- 82.- Brody, A. and Milgram, J. Packaging and the Environment. Cereal Foods World. 31 (11). 1986
- 83.- Cruz Prado, E. Tendencia del Mercado Internacional de los envases. Panorama Plástico. 4 (20). 1988
- 84.- Estadísticas de Consumo de Envases y Embalajes en la República Mexicana LANFI 1985
- 85.- Anuario de la Asociación Nacional de la Industria Química ANIQ. Edición 1988.
- 86.- Comportamiento Global del Sector Plástico. Anuario Estadístico 1985. Editado por Panorama Plástico.

ABSTRACTS CONSULTADOS.-

- 1'- Bortolina et al. laminated packaging film heat-shrinkable after forming. Brit. UK Pat. 1984
- 2'- Formina et al. High-pressure polyethylene + low pressure polyethylene compositions for sterilized heat-resistant film materials. USSR. Plast. Massy. 1984
- 3'- Biel, E.N. Cling-wrap polyethylene film. Eur. Pat. Appl. EP. 66,149. 1982
- 4'- Peelable plastic films. Sumimoto Bakelite Co. JP 57,125, 047. 1982
- 5'- Self-adhering packaging films. Mitsui Toatsu Chemicals JP 57,870 1982.
- 6'- Polystyrene sheets. Asahi-Chemical Industry Co. JP-60 32,658. 1985
- 7'- Biaxially oriented polystyrene sheet laminates for food packaging. Mitsubishi Monsanto Chem. Co. JP. 59, 1982,732. 1984
- 8'- Drawn film for food packaging. Mitsui Toatsu Chem. JP59,168,012.1984
- 9'- Heat-shrinkable laminated films. Kureha chemical. JP58,116,150.
- 10.- Besedina, T.V. et al. Use of polyamide-6 film for packaging of fish concentrates. Rybn. Khoz. (Moscow) 1984. (10), 62-3.
- 11.- Indirect Food Additives: polymers. United States Food and Drug Administration. 1986. 51 (182), 33248-51.
- 12.- Film laminates for food packaging. Dainippon Print Co. JP57,103,845.1982

- 13'- Tanaka, Kazuro. Properties of nylon 66 and its applications to retort packaging. Jpn. Fudo Saiensu. 1986, 24 (4), 36-9
- 14'- Schumacher, Rudolf. Transparent. Shrinkable films consisting of one or more layers. Ger. Offen. de 3,218,017. 1982
- 15'- Packaging film laminates. Fujimori Industry Co. JP 57, 180, 640.
- 16'- Schoeder G. eta al. Molecularly oriented film or laminated film. Ger. Offen. de 3,229, 158. 1983
- 17'- Yamanaka, Kazu et al. Transparent plastic moisture-barrier films. JP 61 51,332. 1986.
- 18'- Laminated film bags. Mitsubishi Petrochemical Co. JP 57,123,052.
- 19'- Sandberg, Eva. Migration of Plasticers from PVC films to food. Vaar Foeda 1982, 34 (9-10), 470-82.
- 20'- Schwope, A. D. et al. Migration of an organo-tin stabilizer from polyvinyl chloride film to food simulating liquids. Dtsch. Lebensm-Rundsch. 1986 82(9), 277-82.
- 21'- Shtel, V. Method of study and hygienic evaluation of polymer materials used in agricultural-food water systems. Vodossabzh, Sanit. Tekh. 1982(10),8-9.
- 22'- Niebergall, H. Model Studies of the migration of comp. from packaging materials into food III. Dtsch. Lebensm-Rundsch 1982, 78(12),428-35.
- 23'- Niebergall, H. Model Studies of the migration of comp. from packaging materials into food. IV. Dtsch. Lebensm-Rundsch 1983, 79 (1), 10-15.
- 24.- Monte, Woodrow C., Landau-West. D. Solubility of polystyrene in certain vegetable oils, essential oils and their constituents. J. Food.Sci. 1982, 47, (6), 1832-5.
- 25'- Monte Wooddrow C. Lack of gut absorption of solubilized polyestylene by the rat. J. Agric. Food Chem. 1983, 31 (1),174.
- 26'- Packaging materials with impregnated preservation for food. Toppan Printing Co. JP 57, 132, 867. 1982.