

300627
13
24



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA

Incorporada a la U. N. A. M.

CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE COMBINACIONES DE DIFERENTES LAMINACIONES CON ALUMINIO PARA EMPAQUES DE ALIMENTOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO
P R E S E N T A

MARIA EUGENIA GORDON ARCE

MEXICO, D. F.

1987

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.

I N D I C E

	Pág.
ANTECEDENTES	1
OBJETIVO	4
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES	5
1.1 MATERIALES BASES.	5
A. ALUMINIO	5
A.1 OBTENCION DEL ALUMINIO.	6
A.2 HOJA FINA DE ALUMINIO	9
A.3 PROPIEDADES DE LA HOJA FINA DE ALUMINIO	10
B. PELICULAS PLASTICAS	14
B.1 POLIETILENO	14
B.2 POLIPROPILENO	20
B.3 CELOFAN	23
1.2 MATERIALES AUXILIARES	25
A. ADHESIVOS	25
B. PAPEL	32
1.3 LAMINACIONES.	36
A. METODOS DE IMPRESION	41
CAPITULO 2	
PRUEBAS DE MATERIALES DE ENPAQUE	49
CAPITULO 3	
USOS Y APLICACIONES DE LAS LAMINACIONES	58
3.1 COSTOS	69
CAPITULO 4	
CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
APENDICES	

ANTECEDENTES

Para el tecnólogo en alimentos, el desarrollo de un producto es importante; y dentro del desarrollo de un producto, hay que tomar en cuenta como vamos a envasar nuestro producto para darle la protección que requiere, así como también, - que llegue en buen estado al consumidor.

Las funciones de un empaque son:

1. Aislar el alimento del medio exterior para prevenir la - contaminación microbiana, prevenir el daño físico al alimento y proteger al alimento de cambios químicos.
2. Controlar el ambiente interno para mantener una humedad-relativa, eliminar o retener el oxígeno, evitar las -- pérdidas de aroma y sabor del alimento, protegerlo contra la luz.
3. Darle resistencia mecánica durante su manejo (71).

Dentro de los empaques de alimento se tiene la lata de metal, el frasco de vidrio, las cajas de carton, bolsas de - plástico. Se ha desarrollado en los últimos años las laminaciones que son la combinación de uno o varios materiales como foil de aluminio, papel, film plásticos, para crear un empaque con mejores características y propiedades que las lo-- gradadas con un solo material.

Las laminaciones con aluminio tienen las siguientes ventajas:

1. Puede usarse para cualquier tipo de alimento.

2. Su costo es menor ya que se utiliza una hoja de aluminio más delgada que la utilizada en una lata.
3. La comodidad del envase en lo que se refiere a su transporte y almacenamiento. Estos envases tienen poco peso además de que son envases poco frágiles.
4. Tienen mayor vida de anaquel, ya que la hoja de aluminio actúa como barrera protectora contra humedad, luz, gases, colores, sabores, etc.

Hacia el año 1910, se emprendieron las investigaciones encaminadas a obtener el papel de aluminio. En esta época se había llegado a laminar aluminio en planchas y también en bandas relativamente gruesas, pero aparecían serias dificultades cuando se trataba de alcanzar espesores débiles. Estas dificultades se debían a la naturaleza y a las impurezas del metal, a la ignorancia de los problemas del recocido y a la ausencia de lubricantes adecuados para la laminación del aluminio delgado.

Se probaron diversos métodos con más o menos éxito. Fueron los técnicos suizos los primeros que llegaron a producir industrialmente, por laminación en bandas, una calidad comercial de hojas delgadas.

Se obtuvo igualmente, hacia 1912, una hoja delgada y flexible de aluminio por batido; procedimiento que no exigía más que un recocido intermedio, y la flexibilidad de la hoja, de aspecto muy mate, era suficiente para las necesidades del

embalaje.

Poco a poco la búsqueda de aceites apropiados, el estudio de los hornos recocido, la limitación o la supresión de la tracción en los laminadores tuvieron como resultado la -- producción industrial de una hoja cuyas primeras muestras -- aparecieron en el mercado hacia 1913 - 1914.

Verdaderamente, hasta después de la guerra 1914-1918, - fue cuando la laminación del papel de aluminio tomó la mayor amplitud y perfeccionamiento, hasta el punto de permitir en 1921 la obtención del papel de hasta 0.007 mm. Desde entonces fue sustituyendo progresivamente a otros materiales - para el envasado de productos (63).

OBJETIVO

"Analizar y recopilar las ventajas de los usos y aplicaciones de los diferentes materiales con aluminio en diferentes calibres, en las combinaciones de lacas, ceras, papel y plásticos como polietileno, polipropileno y celofán, para la industrial alimentaria".

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Materiales Bases

A.1 ALUMINIO

La fabricación industrial del aluminio utiliza como mineral la "Bauxita", que es una mezcla de óxidos de aluminio y de hierro, acompañados de óxido de silicio y otros elementos. La fabricación comprende dos etapas independientes: -- aislamiento de óxido de aluminio o preparación de alúmina y obtención de aluminio por electrólisis partiendo de la alúmina fundida.

a) Alúmina.

En el llamado procedimiento "Bayer" para obtención de alúmina, el mineral se ataca por sosa en autoclaves, produciéndose aluminato sódico que, por dilución, se descompone, regenerando la sosa y transformándose en hidrato de aluminio, calcinándose posteriormente en hidrato para obtener óxido de aluminio en polvo o alúmina. En el esquema adjunto (fig. 1) describe las distintas fases del procedimiento, que requiere unas 2 Tm de bauxita y 2.5 Tm de carbón para producir 1 Tm de alúmina.

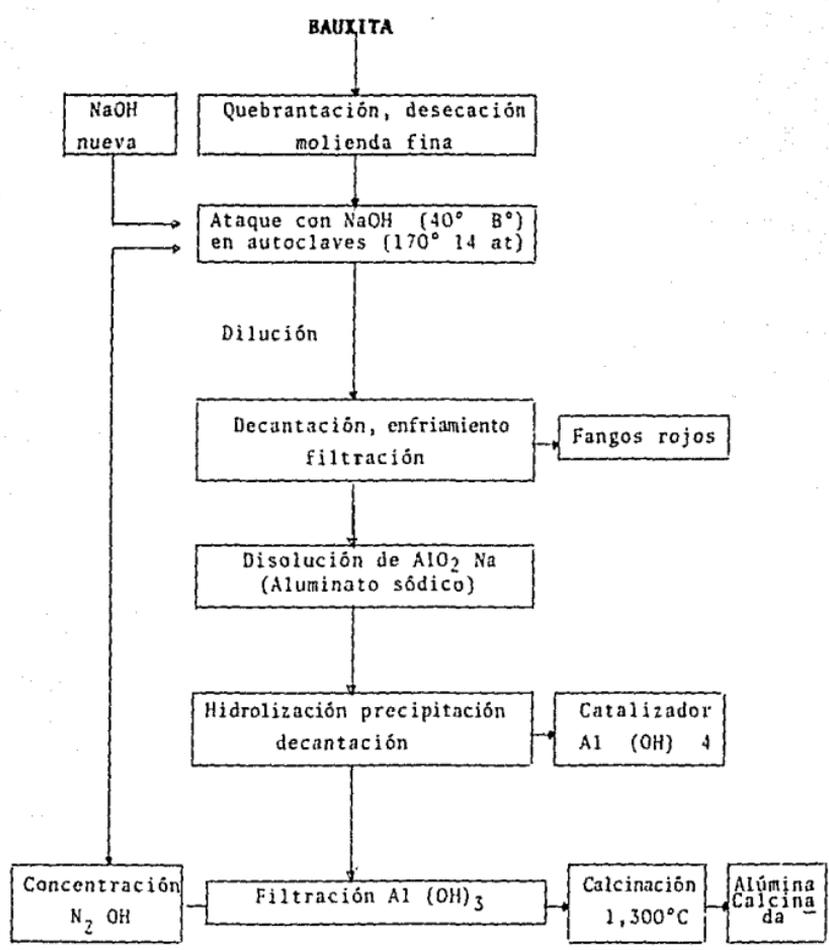


Figura 1. Sistema Bayer para la obtención de alúmina.

La bauxita, que debe su nombre a haberse descubierto en 1821 en Baux (Francia), se encuentra repartida por la corteza terrestre, existiendo importantes yacimientos en Francia, Rusia, América Central, Guinea, Camerún, Canadá, ofreciendo actualmente grandes perspectivas el Continente Australiano.

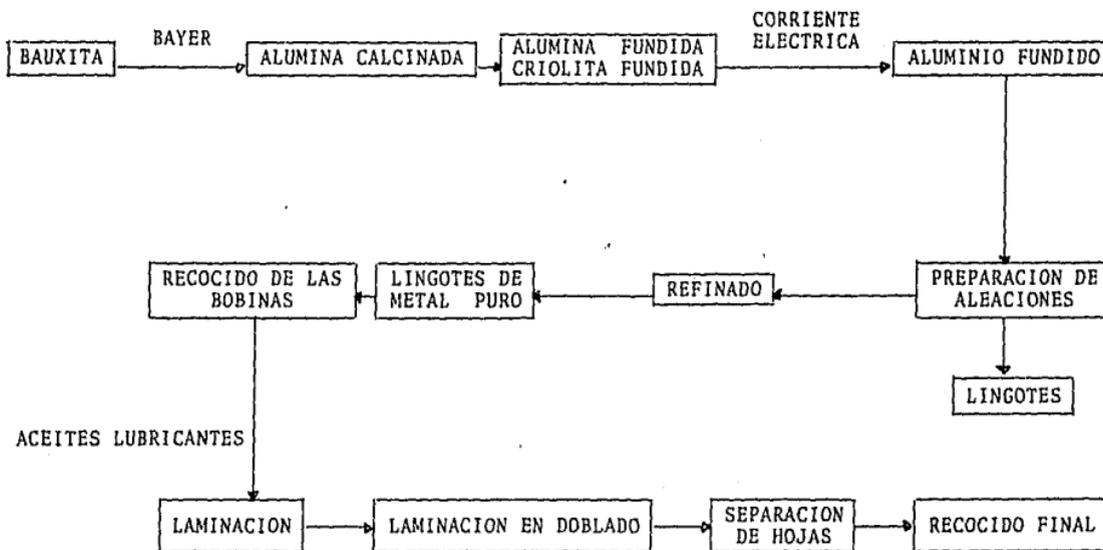
b) Aluminio.

Si es un baño de alúmina fundida disuelta en criolita, también fundida, mantenidas en una cuba de carbón, se hace pasar una corriente eléctrica entre un electrodo de carbón introduciendo en el baño (ánodo) y la cuba (cátodo), se descompone la alúmina en aluminio y oxígeno, recogiéndose de la fuga el aluminio fundido y quemándose el carbón del ánodo con el oxígeno desprendido. El calor necesario para mantener el baño a temperatura adecuada lo suministra la energía eléctrica, en virtud de la resistencia que ofrece el baño al paso de la corriente.

El aluminio extraído de las cubas se lleva a continuación a las naves de fundición, donde en hornos adecuados se preparan las aleaciones. Seguidamente se cuela en lingotes.

La electrólisis produce un metal con un contenido de aluminio entre el 99.4 y el 99.8% cuando se requiere un metal superpuro, definido como tal el que tiene una pureza superior al 99.9% es preciso recurrir al refinado, donde se consigue con una técnica especial de refinado (62).

Figura 2. DIAGRAMA GENERAL DE LA PREPARACION DE ALUMINIO



A.2 Hoja fina de aluminio.

La hoja fina de aluminio se obtiene por el proceso de laminación, que consiste en el paso continuo de una sóla hoja entre los cilindros de laminador. Se obtienen hojas de aluminio de espesores entre 40 y 150 micras.

Las hojas finas de espesores inferiores a 25 micras se obtienen por laminación en doblado. Por este proceso, la hoja después de su penúltima pasada de laminación, es unida a otra para formar una nueva bobina con dos hojas yuxtapuestas. Esta hoja doblada es ahora laminada como si fuera una sola. A continuación, la hoja doble debe ser separada para obtener la hoja simple.

Este sistema permite trabajar las pasadas de laminación a espesores muy finos con un material más resistente que si fuera una sóla lámina, facilitándose el control de los parámetros de la laminación.

La hoja laminada en doblado y separada, presenta una superficie mate y otra brillante.

El aluminio se lamina con ayuda de aceites lubricantes que facilitan la deformación. La hoja dura, laminada, está recubierta de una fina capa de aceite que no permite, con facilidad, la aplicación sobre su superficie de lacas, tintas o adhesivos. El recocido, realizado a temperaturas de 400°C y durante largos períodos de tiempo, evapora y elimina el aceite de la superficie dejando la hoja de aluminio seca y con mejores aptitudes para que se adhieran a ella, la

cas, adhesivos, etc. (62).

A. 3 Propiedades de la hoja fina de aluminio.

a. Masa Específica.

El aluminio tiene una masa específica de 2.7 grs./cm³. que, aunque es de las más bajas entre los metales, es superior a los materiales empleados en el envase flexible como el papel y los films plásticos. El aluminio se lamina a espesores muy finos de 0.007 y 0.008 mm. con lo que puede obtenerse con poco peso, una gran superficie. Es un material con una relación áreas/masas o buen área cubriente.

b. Propiedades ópticas.

b.1. Reflectividad.

El aluminio tienen un gran poder reflector de la energía radiante, lo que le hace adecuado para mantener un producto en el envasado a la temperatura que se pretende.

Es totalmente opaco a la luz y por ello protege a muchos productos envasados en él de su degradación por los rayos ultravioleta.

b.2 Conformabilidad.

La hoja fina de aluminio, sobre todo en estado recocido, es plegable y dúctil, lo que la hace muy adecuada para los procesos en envasado convencionales.

b.3

La hoja fina de aluminio es un excelente conductor de calor. Esta propiedad contribuye para su uso en envases se-

mirigidos para productos horneados. Es también no combustible y un excelente conductor de la electricidad.

c. Impermeabilidad a los gases.

La hoja fina de aluminio es un material prácticamente-impermeable al vapor de agua y otros gases, como el aire u oxígeno.

A pesar de los microporos que inevitablemente presenta el foil más fino, las cantidades de gas transmitidas a su - través son insignificantes y muy inferiores a las de los -- films, papeles o recubrimientos con polímeros.

La figura 3 expresa gráficamente esta propiedad de la- hoja de aluminio y el descenso de la permeabilidad con el - aumento de espesor (79).

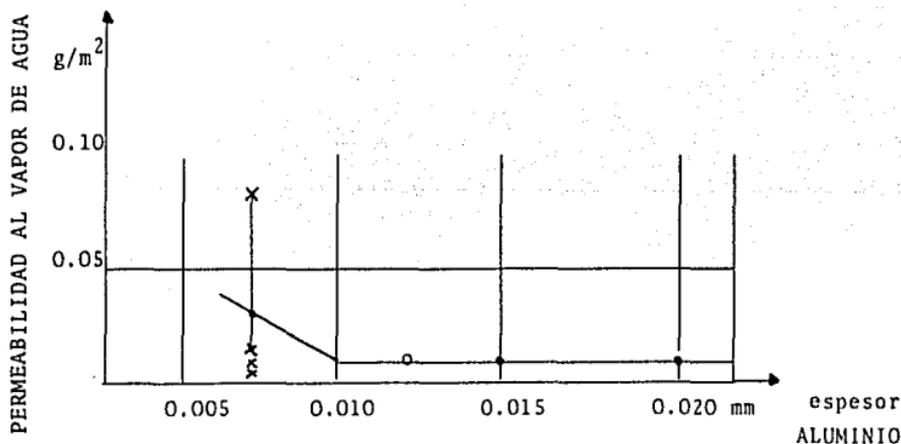


Fig. 3 Impermeabilidad a los gases

d. Compatibilidad con los alimentos.

El aluminio tiene una buena resistencia a no atacarse por el contacto con los alimentos u otros productos. En el caso de interacción entre el aluminio y el producto envasado, los productos originados, óxidos o sales de aluminio, no tienen prácticamente ninguna toxicidad.

También se ha determinado que los residuos de los lubricantes no causan ningún problema de aditivo sobre los alimentos. De cualquier manera la hoja fina de aluminio se ha aceptado bajo las normas de Food & Drug Administration como un material seguro de empaque.

La hoja fina de aluminio es impermeable a aromas y sabores por lo que conserva las propiedades organolépticas de los productos conservados en los envases, de los que la hoja de aluminio forma parte.

e. Propiedades tecnológicas.

Están relacionadas con sus propiedades a la tracción, como son la resistencia a la rotura por tracción y el alargamiento a la rotura.

La hoja fina de aluminio en estado puro tiene una resistencia a la tracción del orden de 200 N/mm^2 . Puede verse que es entre 10 y 20 veces más tenaz que los films plásticos o el papel. Incluso en estado recocido con 50 a 70 N/mm^2 de resistencia a la tracción, sigue siendo 2 o 3 veces más fuerte que otros materiales empleados en el envase flexi

ble. Esta es una de las propiedades que permiten el empleo de espesores muy finos de la hoja de aluminio.

En el Cuadro 1 muestran las propiedades a tracción de las hojas finas, de aluminio puro y en estado recocido (62).

CUADRO 1
VALORES TECNOLOGICOS DE HOJAS FINAS DE ALUMINIO
PURO, NO LACADAS

PUREZA %	ESPESOR um	RESISTENCIA A LA TRACCION N/mm ²	ALARGAMIENTO A LA ROTURA mm %		OBSERVACIONES
Al 99.5	4-20	50-70	100	1-4	
	21-100	55-65	100	5-9	
Al 99	4-20	75-90	100	1,5-4	99% Al con 0.8% Fe
	21-100	60-80	100	7-13	99% Al con 0.5% Fe

Una hoja de aluminio desnuda o sin montar es muy vulnerable. La unión de la hoja fina de aluminio a una laca o a otra lámina tiene un efecto sinérgico y se obtienen propiedades superiores a las que se deberían esperar de la simple adición de los dos materiales puestos juntos (62, 75, 79).

B. PELICULAS PLASTICAS

B.1 Polietileno

El polietileno es el producto de más grande volumen - termoplástico. Las propiedades físicas dependen de sus propiedades básicas moleculares por ejemplo la estructura molecular, promedio de tamaño y medida de distribución de las - moléculas.

El polietileno se produce sometiendo el monómero de -- etileno gaseoso ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) a presión y calor. Esta polimerización de moléculas de etileno es en sitios activos.

Se clasifica en: polietileno de baja densidad (incluyendo el lineal) y polietileno de alta densidad (31).

Polietileno de Baja Densidad

Se produce por polimerización de etileno a presión y - temperaturas altas, usando radicales libres como catalizador. La polimerización es hecha en un reactor tubular continuo.

El etileno en gas es comprimido a una presión de 250-300 atms en un compresor, junto con gas reciclado a baja - presión. Se agregan catalizadores.

Pasan al siguiente compresor, se mezcla con gas reciclado a alta presión. Se utiliza un máximo compresor a una presión máxima de 3200 atms. Pasa después a un reactor tubular, y después a un secador con aire a presión.

El polietileno es un polímero cristalino ilustrado en la figura 4.

La densidad es una medida de la cristalinidad. Cuando la densidad es alta indica la presencia de más regiones cristalinas.

Fig. 4. Cristalinidad del PE A. Areas cristalinas
B. Areas amorias



El polietileno de baja densidad presenta una densidad de 0.910 a 0.925 gr/cc. Los cambios en densidad o cristalinidad afecta a las propiedades.

La mayoría del polietileno de baja densidad, contiene aditivos como antioxidantes e inhibidores de ultravioleta -
(13).

Las propiedades del polietileno de baja densidad son:

1. Baja permeabilidad al agua y vapor.
2. Alta permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y -- otros gases.
3. Químicamente inerte a muchos ácidos y bases.
4. Sellable con calor.
5. Buena printabilidad (70).

Polietileno lineal-baja densidad. (LLDPE)

Se produce comercialmente mediante la copolimerización del etileno con varias alfas olefinas en presencia de catalizadores órgano metálicos.

Las resinas de LLDPE tienen propiedades físicas superiores al LDPE convencional. La fuerza de tensión es del 50 a 75% mayor y la elongación un 50% mayor. También son mayores la fuerza de impacto y la resistencia a la perforación. En la siguiente figura 5 se compara la fuerza de tensión entre LDPE y LLDPE (21).

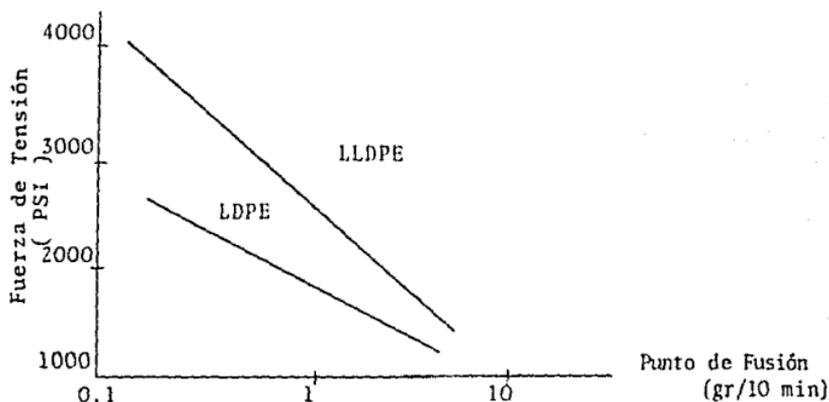


Fig. 5 Fuerza de Tensión del LDPE y LLDPE

En la figura 6 se comparan los puntos de fusión de los dos tipos de resinas. LLDPE funde 10 o 15° C más.

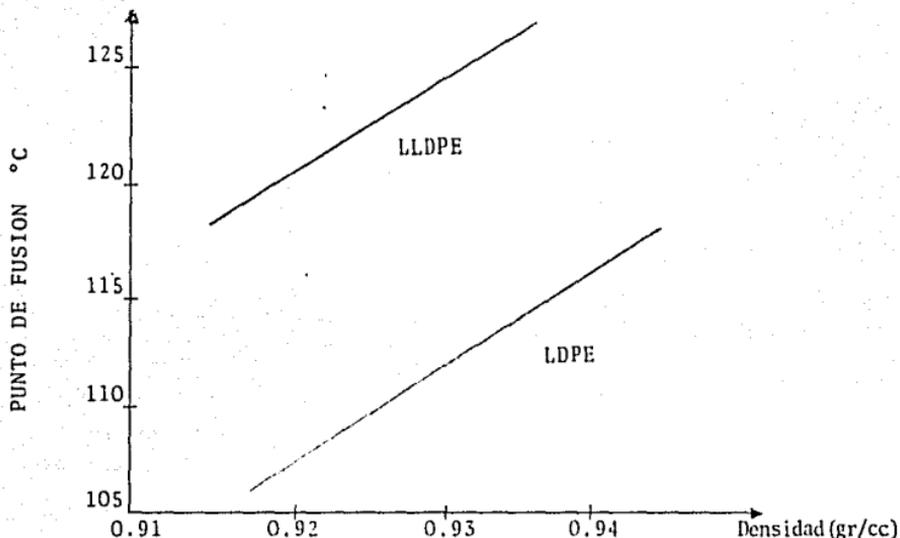


Fig. 6 Puntos de fusión del LDPE y LLDPE

El polietileno lineal baja densidad, se está usando -- para reemplazar los copolímeros más caros. Se usa para empaque de alimentos y textiles.

Al tener mejores propiedades físicas, se está utilizando más que el polietileno de baja densidad convencional. -- Dentro de sus propiedades están:

1. Puede ser reusado.
2. Ocupa menos espacio del almacenamiento.
3. Es resistente a la humedad.

Polietileno de Alta Densidad. (HDPE)

El HDPE aunque ha sido utilizado desde 1957, es hasta ahora cuando se le está dando mayor importancia.

El HDPE, se ha introducido en el área generalmente reservada para el papel. Presenta la apariencia y sonido del papel, son impresos con colores brillantes (que son del gusto del consumidor). Es más duro que el papel, tiene más fuerza antidesgarrante mayor resistencia a la perforación y mejor fuerza de impacto.

También tiene resistencia a los ácidos, bases, solventes orgánicos y otros químicos. Presenta mejor barrera -- contra el vapor oxígeno y otros gases que el polietileno - de baja densidad.

La cristalinidad del polietileno determina su densidad. Una de las más importantes propiedades, la barrera contra líquidos y gases, se controla mediante la densidad. La figura 7 ilustra el efecto de la densidad en la transmisión de vapor de agua.

Se obtiene usando el proceso de soplado en tubo usando bajas temperaturas y presiones (60-160° C y 40 atm) mediante la catalisis alquilo metálica.

Se realiza en una cama fluidizada, donde está en forma granular con un diámetro de partícula de 0.5 mm. promedio.

El etileno gaseoso y los catalizadores se ponen en un

sistema que consta de reactor, compresor y enfriador.

Es muy importante la temperatura de fusión. El rango de temperatura es de 375°-425° F (190-220°C). Una temperatura baja dará una película apelmazada, temperaturas muy altas producirán una película sin fuerza.

Aunque el film HDPE es más duro que el LDPE en su elaboración debe de tenerse cuidado con su geometría y alineación en el equipo (24).

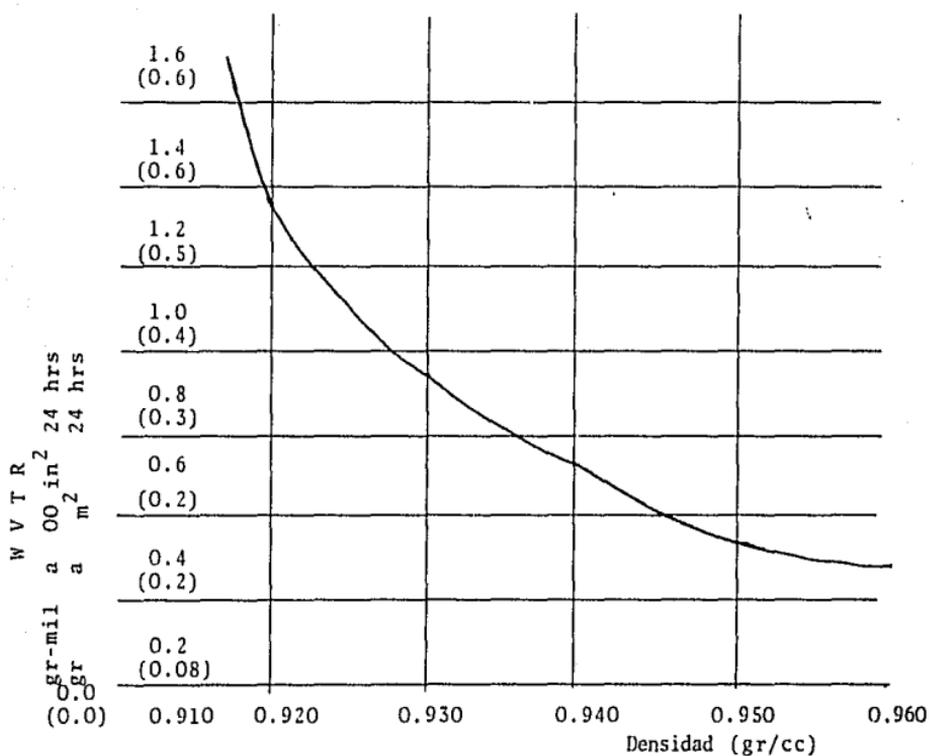


Fig. 7 Efecto de la densidad en la transmisión de vapor de agua.

B.2 Polipropileno.

El polipropileno es una poliolefina producida por polimerización estereoespecífica del monómero de propileno. Se lleva a cabo en un reactor a una presión de 10 atm y temperatura de 55°-65°C. Después se le da un tratamiento de vapor para remover y recuperar el diluyente. Después se seca con aire a presión.

Debido a su estereoespecificidad, el punto de fusión del polipropileno es alto, 325°F, comparado con otros termoplásticos, lo que permite que los artículos moldeados sean sujetos a temperaturas de esterilización y mayores sin que sufran ninguna deformación (88).

Cada molécula de polipropileno tiene un hidrógeno terciario en posición, el cual es susceptible al ataque de radicales libres y al corte de la cadena. Por esta razón, la resina de polipropileno tiene algún tipo de antioxidante para prevenir la descomposición del polímero. Algunos de estos aditivos son pigmentos negros para evitar la penetración de la luz dentro de la resina; también se usa como aditivo reforzante el talco y la mica. Comercialmente se usa también fibra de vidrio (34).

El polipropileno puede ser orientado o no orientado. El término de orientado se refiere a un mecánico enderezamiento y alineación de moléculas adyacentes de polipropileno.

Las propiedades del propileno son:

1. Baja permeabilidad al agua y vapor de agua.
2. Alta permeabilidad al oxígeno, dióxido de carbono y otros gases.
3. Sellable por si mismo con calor.
4. Químicamente inerte a muchos ácidos y álcalis.
5. Sin sabor y sin olor.
6. Transparencia y brillo excelente.

Existen dos formas de polipropileno en forma orientada y polipropileno no orientado. Generalmente se usa en forma orientada. El término de orientado se refiere al mecánico alargamiento y enderezamiento de moléculas de polipropileno adyacentes. Este efecto se efectúa por dos métodos: blown (soplado) y tenter frame (proceso de planchado y estiramiento).

Blown (Soplado)

En este método, el polipropileno es extruido de un molde circular. En este punto, el film es un tubo grueso. Este tubo es alargado mediante un proceso controlado de temperatura mediante aire a presión. Este alargamiento orienta las moléculas de polipropileno en la dirección transversal de la película.

Tenter Frame. (Proceso de planchado y estiramiento)

En este método la película no orientada es extruída - por un troquel liso y la orientación en la dirección de la máquina es lograda quitando la regulación de la velocidad. La película es también extendida en la dirección transversal en un aparato llamado tenter frame. En esta unidad, - las orillas del plástico son sujetas por clavos atados a - las cadenas móviles las cuales divergen hacia los rodillos separadores.

En este proceso resulta la película de polipropileno- orientado con la máxima orientación.

Las propiedades del pp se incrementan con la orienta- ción. Además 1) se incrementa la resistencia a la trac- ción, rigidez, resistencia al impacto a bajas temperaturas. 2) Buena barrera protectora, resistencia a la grasa, acei- te y desgaste.

Existen dos categorías de la película del polipropile- no orientado que son:

1. Estable al calor _____ no sellable
2. Estable al calor _____ sellable con calor.

El término estable al calor es descriptivo de un film de PP no contractil. Por procesos técnicos, las fuerzas de orientación son fijadas para que la memoria contractil de las moléculas orientadas del film de PP sean estabilizadas.

Los films no sellables con calor, con calibres desde 0.00045 a 0.00125 pulgadas, son usados frecuentemente en combinación con otros sustratos para laminaciones (88).

Polipropileno No Orientado.

Se produce por extrusión, aunque también se produce en un reactor tubular con baño de agua. Este proceso aumenta las propiedades particulares.

El polipropileno no orientado, se aplica para empaques de frutas y vegetales, y como es sellable al calor, se utiliza cuando se requiere de esta propiedad. Tiene mejores propiedades ópticas que el orientado, lo que ayuda a que el producto se conserve más fresco. Sus propiedades y usos son diferentes al orientado, por lo que no se intercambian.

Este propileno no orientado tiene un bajo costo por lo que su uso ha aumentado (88).

3. Celofán

El celofán, que es una celulosa regenerada, fue inventada en 1908 por el químico suizo Jacques Brandenberger.

El proceso de obtención industrial se inicia con la maceración de pasta de madera en sosa cáustica, hasta obtener celulosa alcalina; eliminando el líquido en exceso, se procede a la reducción en trozos de pequeñas dimensiones que se someten a una lenta rotación en máquinas especiales, a las que se añade sulfuro de carbono. Se forma así xanto

genato sódico de celulosa, del cual, por disolución en medio alcalino, se obtiene una masa viscosa. Esta masa se extruye en medio ácido y se trata luego en una serie de baños hasta obtener las hojas de celofán.

Las características que hacen del celofán una buena película para empaque son:

1. Su reluciente transparencia.
2. Es una buena barrera contra vapores y gases.
3. Tiene alta velocidad de transformación en máquinas empacadoras.
4. Habilidad para combinarse con otros materiales de empaque por extrusión o por laminación.

Existen más de 120 tipos de celofán, producidos sobre una pequeña variación del material básico.

El celofán es el sustrato más frecuente sobre el cual se construyen combinaciones muy sofisticadas. Los materiales con los que se combina el celofán son las películas plásticas, la hoja de aluminio y el papel (68).

1.2 Materiales Auxiliares

A. ADHESIVOS

Un adhesivo puede definirse como una sustancia la cual es aplicada con una capa intermedia entre dos superficies, que origina que queden unidas.

Entre los factores que deben considerarse para la determinación del adhesivo necesario son:

1. La forma física del adhesivo y del equipo requerido para su uso.
2. El material o materiales para ser adheridos.
3. La forma del contenedor, (cartón, bote etc.)
4. El producto a ser contenido dentro del empaque.
5. Las condiciones a las cuales el contenedor final será sujeto.

Los adhesivos pueden clasificarse en: adhesivos derivados del almidón, adhesivos derivados de proteínas (vegetal o animal) y adhesivos sintéticos. A los adhesivos también se les llama cold water borne, es decir que no requieren calor y que como llevan agua como sustrato, ésta se --evapora. Son muy usados ya que disminuyen el costo de producción porque no necesitan calentamiento.

A continuación se muestra el cuadro 2 con la clasificación de los adhesivos y su descripción (48).

CUADRO 2

CLASIFICACION Y DESCRIPCION DE LOS ADHESIVOS

TIPO	DESCRIPCION
<u>SINTETICOS</u>	
Emulsión	Basado en polivinil acetato y copolímeros. Color blanco. pH ácido. Generalmente al agua, resistente a la grasa. Manejable, estable y tiene buen almacenamiento.
Látex	Basado en caucho natural o sintético. Usualmente blanco a tostado. pH alcalino, ligero olor a amonio. Estabilidad pobre. Amplia adhesión.
Hot-melts (Polímeros fundidos a alta presión)	Mezcla sólida de polímeros, resinas considerados 100% sólidos. No contiene agua ni solventes orgánicos. Adhesivos rápidos de sellado. Blanco a café oscuro dependiendo de su composición. No necesitan tunel de secado.
Solvent borne (lacas disueltas)	También conocidas como lacas adhesivas. Son polímeros disueltos en solventes orgánicos. Usan el agua como vehículo. Color de blanco a café oscuro. Rápido secado. La mayoría son inflamables.

TIPO	DESCRIPCION
<u>DERIVADOS DEL ALMIDON</u>	
Pasta	Blanca o de color luminoso. Resistente a la humedad. Sellado lento. Bajo en sólidos.
Dextrinas	Color café tostado. Usualmente fluido. pH ácido. Alto en sólidos.
Dextrinas Boradas	Color blanco a café oscuro. Fluidas. pH alcalino. Buena resistencia a la humedad. Rapidez moderada de sellado.
Jalea-goma	Buena resistencia a la humedad. Excelente adhesión al vidrio. La mayoría alcalina para menor estabilidad. El color varía de blanco a rojo o ámbar, dependiendo de la composición.
<u>DERIVADOS DE PROTEINA</u>	
Cola animal	Color café tostado a café oscuro. líquido a temperatura ambiente.
Caseína	Color brillante. Moderada a alta resistencia al agua. Requiere de amoníaco o alcohol como diluyente. pH alcalino

Cold water borne. (Proceso de agua fría)

La mayoría de los adhesivos cold water borne sintéticos, son emulsiones de resinas. Tradicionalmente han sido emulsiones de vinil, suspensiones estables de partículas de polivinil acetato en agua. Estos sistemas generalmente contienen coloides protectores como alcohol de polivinil o hidroxí etil celulosa.

Son usados frecuentemente para aplicaciones en empaques ya que ofrecen varias ventajas como: alta fuerza, excelente adhesión al papel, adaptabilidad a muchos recubrimientos, (películas y aluminio), habilidad para ser formulados en bajo color, olor y toxicidad. También ofrece estabilidad con buen envejecimiento, resistencial al calor y frío, resistencia a la inmersión y remojo. Fácil de limpiar.

Para aplicaciones que requieren propiedades especiales como flexibilidad o adhesión específica a plásticos, el vinil acetato debe copolimerizarse con otros monómeros desde ésteres acrílicos a etileno.

Se aplican para laminaciones con papel, películas y hoja de aluminio. También se aplican para aplicación de etiquetas (40).

Látex.

Son suspensiones de pequeñas partículas de caucho natural o sintético. Pueden ser formulados para tener fuer-

te adhesión pero son limitados en estabilidad.

Adhesivos derivados del almidón.

Los adhesivos derivados de vegetales son producidos de almidones tratados, harinas crudas o almidones y dextrinas modificados. Estos componentes son usualmente mezclados con aditivos químicos, para incrementar propiedades específicas. Generalmente se utilizan para etiquetas.

Adhesivos derivados de proteínas.

Caseína

Es producida por acidificación de la leche. Son usados generalmente para etiquetado de botes de cerveza y bebidas, dándole a la etiqueta un grado de resistencia a la inmersión en agua congelada, permitiendo después removerla durante el lavado alcalino de botellas retornables.

La caseína con látex y emulsiones de resinas da propiedades que por separado no poseen. La caseína estabiliza al látex o emulsión en contra de agentes mecánicos, controla la viscosidad, aumenta la adhesión a superficies polares. El látex o emulsión provee velocidad de sellado, flexibilidad y elasticidad del plástico y permite un enlace más fuerte a superficies no polares.

Un uso importante para estos productos es en laminaciones del aluminio a papel. Los adhesivos basados en combinaciones de látex y caseína dan fuerza, resistencia al

agua, aceite y calor(48).

Lacas

Las lacas y barnices son disoluciones de polímeros en disolventes orgánicos.

Se aplican a la lámina de aluminio, líquidos, para después de evaporados los disolventes dejar una capa sólida sobre la superficie de la hoja.

Los principales disolventes (variables según los tipos de barnices), son los alcoholes, los ésteres, las cetonas y los disolventes clorados.

Existen lacas que por su composición pueden curar o reticular dando unos recubrimientos muy resistentes a la temperatura y otras propiedades.

Las características físicas de las lacas son:

- material seco en el momento de embadurnamiento.
- viscosidad en el mismo momento anterior de 40s a varios minutos.

Las lacas más utilizadas son:

Nitrocelulósicas

No son termosoldables. Se emplean:

- como barnices de protección (para prevenir el ennegrecimiento del metal);
- como laca de asiento;

- con pigmentos o colorantes, para conseguir la coloración del metal.

Vinílicas

Estas lacas se emplean cuando se necesita alguna de sus propiedades intrínsecas: termoplaticidad, buena adherencia al aluminio y resistencia a las grasas y al agua.

Mixtas

Se denominan así, porque son compatibles, bien sea con las lacas nitrocelulósicas, o con las lacas vinílicas, para realizar el termosellado.

Son también empleadas para la coloración del aluminio por tener una buena adherencia con él.

Ligeras

Se emplean para preparar al metal antes de la impresión (62).

Ceras

Este tipo de recubrimientos, muy utilizados en la industria del envase con papel, tiene también un amplio empleo en el campo de la hoja fina de aluminio.

Dentro de la familia de productos llamados ceras o hot-melts, se incluyen una gran variedad de productos que van de las ceras naturales a las ceras sintéticas, pasando por las parafinas o ceras modificadas con resinas sintéticas (66).

Se aplican en estado de fusión en máquinas parafinadoras.

La aplicación de estos recubrimientos tiene como fin principal dar termisellabilidad al aluminio y/o mejorar las propiedades al deslizamiento de la lámina.

A continuación en el cuadro 3 se comparan las características generales de ceras y parafinas (63).

CUADRO 3
CARACTERISTICAS GENERALES DE CERAS Y PARAFINAS

Caracteres generales	Cera	Parafina
Cristales	Muy finos	Gruesos
Viscosidad después de la fusión	Fusión pastosa de creciente con temperatura creciente	Fusión con gran fluidez
Tensión entre ceras	Superior a las de las parafinas	Humectabilidad que en las ceras
Adhesividad	Buena	Débil

B. Papel

Es un material producido a partir de fibras de celulosa natural encontradas en la madera de los árboles de los bosques.

Las propiedades del papel son:

1. Estabilidad dimensional.
2. Buena maquinabilidad.
3. Buena opacidad.
4. Es sensible a la humedad.
5. Extremadamente permeable al vapor de agua y gases.
6. Alta rigidez.
7. Excelente printabilidad.

El papel se produce en un proceso similar al cartón. Este proceso empieza separando la madera y luego juntando las fibras sin su ligamento natural. La conversión de madera en papel es un proceso de energía intensa. En el proceso de reducción de la pulpa, el material orgánico ligante que mantiene unidas las fibras de celulosa, es removido por disolución química. El proceso, el material orgánico y los químicos gastados son concentrados y usados como combustible que dará el poder para el despulpado.

Primeramente el agua fluye libremente de la fibra. Después se saca mediante vacío. El agua remanente es evaporada con calor.

El papel puede o no tener tratamientos especiales en la superficie durante o después del proceso de secado con el fin de aumentar la calidad del producto deseado. Algunas veces es necesario una operación de suavizar, para que

el producto pinte satisfactoriamente. Esta operación plancha el papel haciéndolo correr entre dos rodillos los cuales compactan la hoja y suavizan la superficie.

Otras propiedades especiales se logran sometiendo el papel a procesos específicos. Se pueden añadir ciertos aditivos químicos para tener propiedades como resistencia a la humedad. El material más usado es el almidón.

Existen diferentes tipos de papel, entre los cuales están:

Papel Kraft

Se hace a partir de pulpa de madera usando un proceso de cocinado en sulfato. Es un papel ordinario, muy usado por su dureza. El color natural del papel es café, pero con un blanqueado con sulfato se producirá papel kraft en colores de café, crema o blanco. Si se necesita, el papel kraft puede hacerse más fuerte durante el proceso de secado por compactamiento de la hoja en la dirección de la máquina.

Este papel se utiliza para la construcción de empaques flexibles. Este papel es económico. También provee buenas superficies para pintar y gráficos.

Papel para bolsa

Son papeles especiales hechos de fibras blanqueadas. Se usan frecuentemente para empaque de alimentos. Son bue

nos para impresión y laminación. Son laminados generalmente con foil, polietileno u otros papeles.

Papel a prueba de grasa

Son papeles especializados usados para el empaque de alimentos. En este papel, las fibras son refinadas excesivamente al grado que una parte es colapsada y se produce una masa gelatinosa.

El alto grado de fibra colapsada hace el papel resistente a la penetración de grasa o aceite, con tratamiento adicional pueden incrementarse barreras contra el vapor de agua y olores.

Papel cera

Se produce de una variedad de sustratos, pero generalmente la hoja base es refinada más que el papel normal. El producto es encerado húmedo cuando la cera sobresale en la superficie, y encerado seco cuando la cera impregna la hoja sin superficie de cera.

No es tóxico, sin olor ni sabor. También es inerte y por eso es usado en el empaque de alimentos (30).

El papel se expresa en gramos, y su resistencia en --
 gr / m^2 ó lb / ft^2 .

1.3 Laminaciones.

Muchas de las películas comunes, aluminio y papel representan funciones específicas en empaques. Por ejemplo: Foil, dan una excelente barrera, capacidad y resistencia a la grasa.

Celofán, da la barrera contra la humedad y gases, da rigidez.

Papel, da rigidez, opacidad y printabilidad.

Polietileno, da la resistencia química.

Polipropileno, da la barrera en contra la humedad, dureza-(25).

Pero en muchos casos no es posible dar al empaque los requerimientos necesarios usando solo uno de ellos, de ahí que se combinen aluminio, plástico, film, papel adhesivos.

Cuando dos o más de estos materiales con combinados - para formar una laminación, el efecto de la combinación es mayor que la suma de los componentes individuales.

En sí, la laminación envuelve la combinación de películas aluminio o papel para preparar una específica estructura para una particular utilización del empaque terminado.

La laminación puede ser por extrusión o por adhesión.

La laminación por extrusión es usada para combinar dos o más sustratos como papel plástico o aluminio. La resina

derretida es extruída en una película delgada directamente en un sustrato y laminado al otro sustrato. (Figura 8)

El proceso de laminación por extrusión ofrece velocidades altas de procesos y una durable y fuerte laminación.

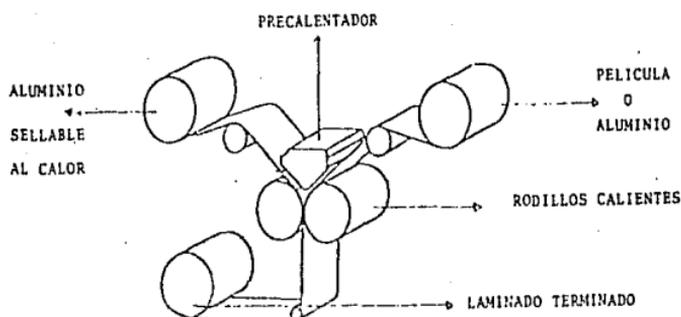
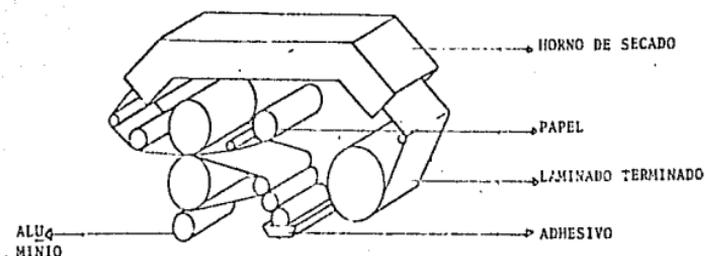


Fig. 8 Laminación por extrusión

La laminación por adhesión ofrece generalmente enlaces más fuertes. En este proceso el adhesivo es aplicado a un sustrato, el solvente evaporado y combinado con el otro sustrato (18).

Fig. 9 Laminación por adhesión



Si consideramos los tres grupos principales de materiales, papel, aluminio y películas, se ve un gran número de asociaciones posibles. La estructura de los complejos múltiples, según la calidad y naturaleza de las materias plásticas y del papel asociados, así como también del espesor.

A continuación se dan algunas variantes, con tres de los complejos múltiples (69).

a) Capa exterior

Como película exterior, por ejemplo, con el fin de impresión se elige entre los materiales siguientes:

- Polipropileno - 0.015 mm
- Película de celofán - 30 gr/m²
- Papel sulfito - 50 gr/m²
- Papel Kraft - 60 gr/m²

b) Capa intermedia

Se propone por ejemplo, hoja de aluminio en los espesores de 0.008 mm., 0.012 mm., 0.018 mm. y 0.025 mm.

c) Capa interior

En la película interior, para ponerse en contacto con el contenido, se prevé los materiales siguientes:

- Polietileno de baja densidad - 0.010 mm.
- 0.025 mm.
- 0.065 mm.
- Polietileno de alta densidad - 0.075 mm.
- Polipropileno - 0.075 mm.

PROPIEDADES DE LAS LAMINACIONES DE ALUMINIO (79)

PROPIEDADES	Aluminio 0.35 mm. Cera Papel 20 lb.	Papel 25 lb. PE Aluminio 0.35 mm. Pe	Aluminio 0.35 mm. Caseina (adhesivo) Papel	Papel 25 lb. Caseina (adhesivo) Aluminio 0.7 mm.
GENERALES				
Forma disponible	Rollo, hoja	Rollo, bolsa	Rollo, hojas	Rollo, hojas
Rango de calibración (in)	0.0025 0.003	0.004 - 0.0045	0.0036	0.0026 - 0.0032
Máximo de Anchura	44	43	- o -	43
MECANICAS				
Fuerza de Tensión Lb/in	21	23	19	24
% Elongación	3	3	1	2
QUIMICAS				
Permeabilidad A gases	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Permeabilidad al vapor de agua	Aproximadamente cero	Aproximadamente cero	Muy baja	Aproximadamente cero
Resistencia a grasas y aceites	Pobre	Buena	Regular	Muy buena

Métodos de Impresión

Una gran ventaja de los empaques flexibles, es la buena superficie que presenta para la impresión.

Los compuestos de aluminio se imprimen casi siempre en rotativa con los dos procedimientos clásicos:

1. Impresión en relieve con clisés de caucho o de materia plástica; es el procedimiento denominado flexográfico.
2. Impresión en hueco con cilindros grabados y cromados; es el denominado procedimiento del heliograbado.

Las características de estos dos procedimientos, son fundamentalmente diferentes pero, en ambos casos, la primera etapa consiste en construir las maquetas a partir del documento original que contiene los textos y figuras a producir (20).

Procedimiento Flexográfico

La matriz de cinc, se fabrica por medio del fotograbado con ayuda de métodos parecidos a los que sirven para ejecutar los clisés de imprenta.

Para pasar del cinc al caucho, se utiliza una impresión intermedia negativa, llamada matriz. La posibilidad de hacer clisés de caucho duradero, se debe al uso de colorantes de anilina que permiten el empleo de tintas, en solución alcohólica, que no deterioran al caucho.

Las ventajas de este procedimiento residen principal-

mente en la simplicidad de su aplicación:

- Los clisés asociados para formar la impresión pueden desplazarse en caso de modificaciones;
- Las composiciones de color pueden ser modificados por corte sin necesidad de recurrir a la corrección de la fotografía;
- Las tintas utilizadas presentan una composición relativamente sencilla.

Por el contrario, este procedimiento implica numerosas insuficiencias, tales como la imposibilidad de representaciones en tricromía (representación de medias tintas) y la dificultad de realizar superposiciones de gran superficie. En consecuencia, el número de colores se limita generalmente a cuatro.

Procedimiento de Heliograbado

La primera etapa de la fabricación de un cilindro de heliograbado corresponde al montaje en plano y en positivo del conjunto del grabado. Este conjunto de positivos, que son en general una repetición de exposiciones idénticas, se copia sobre una película flexible, sensible a la luz. La película es a continuación encajada sobre un cilindro de cobre, con la cara insolada hacia el interior.

Tras desprender el soporte de papel, situado en la cara posterior de esta película, se puede grabar el cilindro atacándolo químicamente por medio de soluciones de perclo-

ruro de hierro más o menos concentradas.

Las ventajas del heliograbado son:

- Es posible emplear toda la serie química de tintas y disolventes, ya que el cilindro es insensible a ellos, sobre todo después del cromado;
- Se puede conseguir una buena precisión en el centrado de los colores;
- Los detalles son tan fáciles de representar como las grandes superficies;
- Debido a la precisión mecánica del procedimiento de impresión, el número de colores empleados puede ser grande (hasta 8);
- El procedimiento permite la representación de medias tintas o sea, la tricromía, sin dejar de ser compatible con fondos muy cargados.

Los inconvenientes del heliograbado son, el precio más elevado de las impresiones, la falta de flexibilidad del procedimiento que no permite añadir o suprimir alguna parte de la impresión sin rehacer por completo el grabado de los cilindros.

Litografía:

Este método se basa en el principio de que el aceite y agua no se mezclan.

Las tintas lito, tienen consistencia de pasta. Su base es aceite.

El plato de impresión pasa por una unidad de humectación, la cual suministra agua a esas áreas del plato que la acepten. Luego el plato pasa por el rollo que contiene la tinta. Esta tinta solo se transfiere a las áreas receptoras de aceite. Luego el plato de impresión se pone en contacto con el material de empaque (impresión directa) - (20, 63).

CUADRO 5

COMPARACION ENTRE LOS METODOS DE IMPRESION

LITOGRAFIA	HELIOGRABADO	FLEOGRAFIA
Platos baratos	Cilindros caros	Platos baratos
Buen registro	Buen registro	Regular registro
Corrida corta	Corrida larga	Corrida corta
Buena graduación tonal	Buena graduación tonal	Poca graduación tonal
Tinta en pasta	Tinta líquida	Tinta líquida
Papel	Papel, película, aluminio.	Papel, aluminio, película.
Buen proceso de impresión	Buen proceso de impresión	Proceso regular de impresión

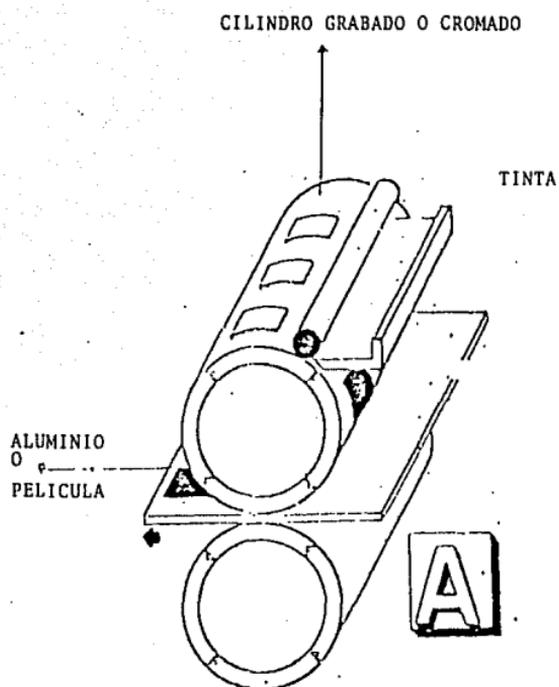


Fig. 10 Flexografía

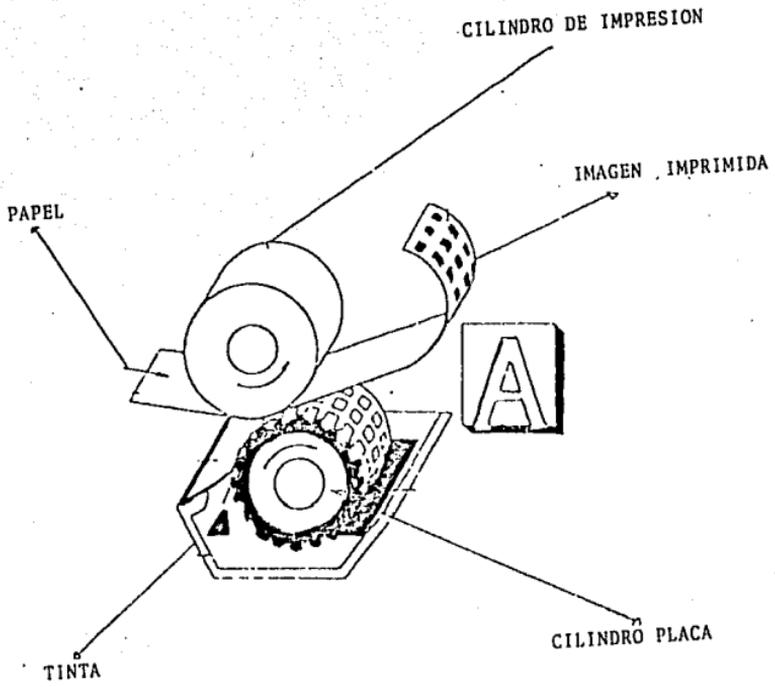


Fig. 11 HELIOGRABADO

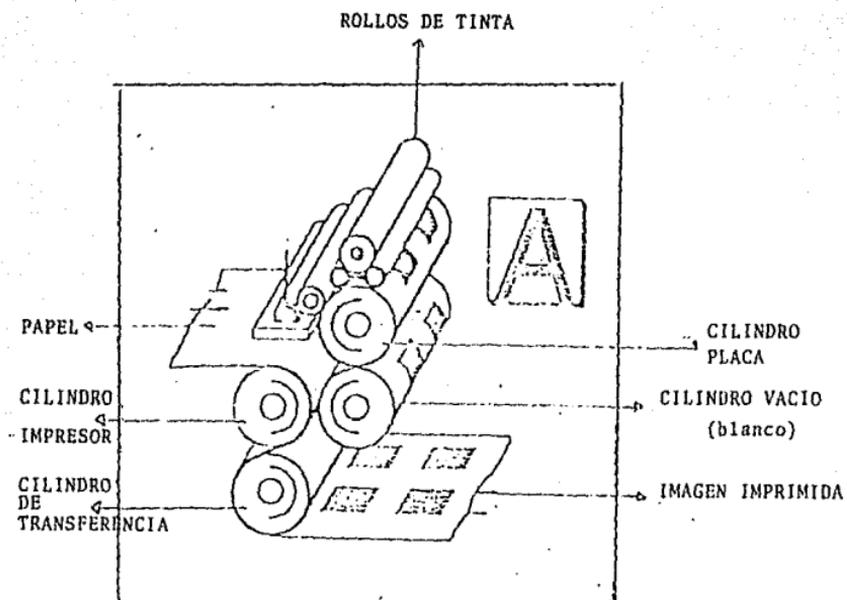


Fig. 13 Litografía

CAPITULO 2

PRUEBAS DE MATERIALES DE EMPAQUE

Las pruebas para empaques de alimentos se basan en las normas A S T M (SOCIEDAD AMERICANA para PRUEBAS Y MATERIALES).

Estas son normas estándares que tienen una designación específica.

Cada estandar ASTM tiene una designación serial única, que está formada por:

- 1) Una letra mayúscula que indica la clasificación - general:
 - A. Metales ferrosos.
 - B. Metales no ferrosos.
 - C. Cemento, cerámica, concreto.
 - D. Materiales diversos.
 - E. Temas diversos.
 - F. Materiales para aplicaciones específicas.
 - G. Corrosión, deterioración y degradación de materiales.
- 2) Un número de serie que tiene de uno a cuatro dígitos.
- 3) Dos números dígitos que indican el año de adopción de la norma o su última revisión.

Cuando se hace referencia a un estandar debe de darse toda la referencia (90).

CUADRO 6

PRUEBAS ASTM PARA MATERIALES DE EMPAQUE

MATERIAL	
<u>PAPEL:</u>	ASTM
Olor	D 1223 *
Opacidad	D 589 *
Densidad	D 645 *
Resistencia a la grasa	D 722
Resistencia al agua	D 2020
Tensión	D 828
Prueba de grasa	D 1221
Fuerza de Impacto	D 3420
<u>PELICULA, ALUMINIO</u>	
Transmisión de gas	D 1434
Resistencia al Rasgado	D 689
	D 1004
	D 1922
Fuerza de Tensión	D 822
Fuerza de Impacto	D 3420

* Normas ASTM Descontinuadas. Se toman ahora como referen-
cia las TAPPI (ASOCIACION TECNICA DE LA PULPA Y EL PAPEL)

PRUEBAS DE MATERIALES DE EMPAQUETensión y elongación (ASTM D 828, D 8822)

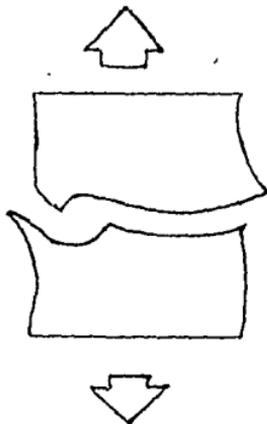
La resistencia a la tensión es proporcional a la fuerza necesaria para separar en dos fracciones un material de terminado. Se utiliza para papel, película y aluminio.

Para realizar esta prueba las muestras se calibran en su espesor, se mide su ancho y largo y se colocan en la máquina de mucha prueba estirándolas hasta que se rompan.

La máquina de prueba dispone de un par de mordazas para sostener la muestra, un dispositivo para incrementar -- gradualmente la carga sobre el espécimen hasta que se rompa y los indicadores, que muestran la carga y magnitud de la elongación.

La resistencia a la tensión se expresa en libras fuerza sobre pulgadas cuadradas o kilogramos fuerza sobre centímetros cuadrados.

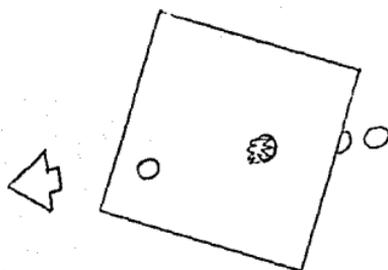
La elongación es el alargamiento sufrida por el material antes de su rotura. Se expresa como % de la longitud inicial.



Fuerza de impacto (ASTM D 3420)

La prueba puede usarse para papel, películas y aluminio. Una cabeza de impacto al final de un péndulo es balanceado a través del arco de la muestra. La diferencia entre la energía potencial del péndulo a la misma altura en balanceo libre y la energía potencial del péndulo después de la ruptura. Esta diferencia de energía se define como la fuerza de impacto y se reporta en Kg/cm.

Es útil para predecir la resistencia del material a fracturas.



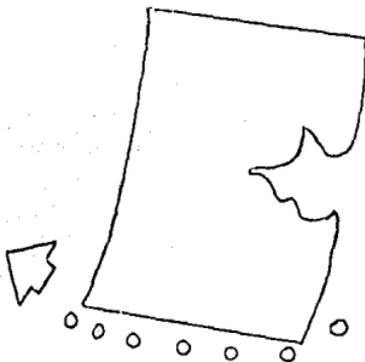
Rasgado (ASTM D 689, D 1922)

Muestras de papel, películas o aluminio son sujetas en el probador y picadas para comenzar el rasgado; entonces la pinza movible es soltada. Esta rasga la muestra y la escala registra el arco.

Como el arco es proporcional a la resistencia al rasgado de la muestra, la calibración del arco da la resistencia al rasgado.

La resistencia al rasgado se reporta en gramos por -- mil de espesor. Entonces es la fuerza necesaria para continuar rasgando una muestra después de que se ha picado.

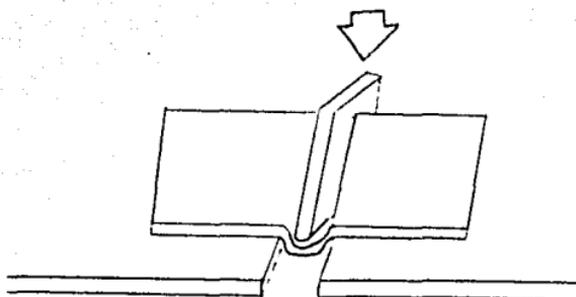
Esta prueba es importante para films, papel o laminaciones. Se necesitan valores altos de resistencia al rasgado para empaques resistentes.



Rigidez (Handle-O-Meter)

Este pribador contiene una lámina lisa para sostener la muestra sobre una abertura, una barra la cual fuerza el centro del film sobre la abertura y un calibrador en tensión para sentir la fuerza ejercida contra la barra por la muestra de la película.

La rigidez se reporta en gramos



Transmisión de vapor de agua (ASTM E 96, ASTM D 3079)

La velocidad de transmisión de vapor de agua es importante para la selección de empaques que deberán evitar que el alimento pueda ganar o perder humedad de la atmósfera ambiente.

La fórmula para medir la velocidad de transmisión de vapor de agua es:

$$WVTR = \frac{\text{gramo}}{m^2 \cdot 24 \text{ hrs.}}$$

Permeabilidad gaseosa (ASTM D 1434-66)

La permeabilidad gaseosa es particularmente importante en la selección de empaques que operan al vacío o en presencia de ciertos gases inertes distintos al aire, como bióxido de carbono, nitrógeno, etc.

Es la medida de relación de transmisión de un gas a -

través de una película en condiciones controladas de humedad, presión y temperatura.

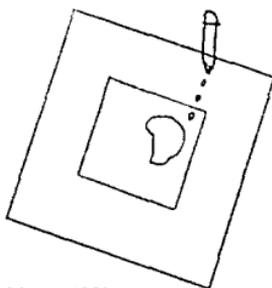
La fórmula para calcular la permeabilidad gaseosa es:

$$P. G. = \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{atms.} \cdot \text{día}}$$

Resistencia a la grasa (ASTM F 119).

Muchos alimentos tienen un alto contenido de grasas, o han sido procesados en aceites (como los alimentos fritos, mantequillas, botanas, etc.); tales productos requieren -- que los materiales de empaques suministren una adecuada protección en lo que se refiere a la resistencia a la grasa.

Existen varias pruebas que se usan para determinar la resistencia a las grasas de distintos materiales de empaque. La mayoría de estas pruebas se conducen a 100° F (37.8° C), y todas se basan en la medición del tiempo que se requiere para que empiece a haber penetración del aceite en el material de empaque. La resistencia de un material a las grasas se mide en función de la amplitud del período necesario para iniciar la penetración del aceite. *



* Referencia bibliográfica (33).

Gramage de Papel y Cartón (T 410 om - 83)

El área del papel se determina por medidas lineales y la masa se determina pesándolo.

La masa por unidad de área se expresa como la masa en libras por pie cuadrado (lb/ft^2); y en el sistema métrico, como gramos por metro cuadrado (gr/m^2).

El gramage tiene gran importancia ya que de acuerdo al peso dependerán propiedades como fuerza, resistencia.

Las normas ASTM para la densidad del papel, fueron -- discontinuadas en 1981, por eso se siguen ahora las normas TAPPI.

OPACIDAD DEL PAPEL (T 425 om - 81)

Es una propiedad óptica del papel. Depende del blanqueado de las fibras, tipos de fibras.

Cuando se añade pigmento blanco al papel, éste dispersa más la luz y por lo tanto aumenta la opacidad. También puede aumentarse añadiendo pigmento negro, el cual absorbe la luz.

La medición de la opacidad son usadas para los controles de apariencia. El resultado se expresa en porcentaje de opacidad.

BRILLO DEL PAPEL (T 480 om - 78)

Es usado como medida parcial de la calidad de la su--

perficie y la apariencia brillante del papel.

Este método no debe usarse para papeles lacados, barnizados o papel cera, ya que las tintas y lacas dan una medida errónea.

CONTROL DE CALIDAD EN EL LABORATORIO PARA LAMINACIONES

Peso total	_____	gr/m ² .
Laca y tinta	_____	"
Laca	_____	"
Aluminio	_____	"
Papel soporte	_____	"
Cera	_____	"
Cera exterior	_____	"
Polietileno	_____	"
Polipropileno	_____	"

Fecha _____ Firma _____

CAPITULO 3

USOS Y APLICACIONES DE LAS LAMINACIONES

El campo de aplicación de las laminaciones: llamadas-también complejos, es inmensa.

Esta aplicación no está limitada al campo de la alimentación, que es la que interesa en este trabajo, sino que se extiende a productos farmacéuticos, aromáticos y cosméticos.

A continuación se irán dando muestras de la aplicación de estas laminaciones, en productos alimenticios.¹

1 Referencias bibliográficas (7,16,33,38,51,62,69).

COMPLEJOS MULTIPLES CONFORMADOS PARA RECIPIENTES DE
PRODUCTOS LIQUIDOS Y PASTOSOS

Los recipientes de esta categoría, se exige que respondan a ciertas exigencias particulares, como la resistencia mecánica, la insensibilidad a los poros y fisuras consecuencia del arrugado, así como la buena resistencia a los agentes agresivos contenidos en las esencias volátiles.

Para los recipientes líquidos y en pasta, importa que el anclaje del film interior se conserve en presencia del contenido. La naturaleza de los agentes sustancias aromáticas y productos aditivos, comprometen la adherencia y la cohesión entre las capas de un complejo múltiple.

Las materias siguientes se utilizan en la fabricación de sobres, con los cuatro bordes cerrados (69):

LAMINACION	USO
Película de PE 0.012 mm/ Al 0.012 mm / PP 0.05 mm.	Envases para una porción de mostaza o mayonesa.
Celofán 35 / Al 0.009 mm. Película PE 0.075 mm.	Sobres semi-rígidos para jugos de frutas.

PRODUCTOS ALIMENTICIOS (PRODUCTOS PULVURENTOS)

Para las sopas en polvo, condimentos molidos (productos aromáticos), fortificantes, helados en polvo, productos liofilizados tales como jugo de naranja, etc. Que se venden en embalaje de complejo múltiple.

Foil aluminio/ papel/ materia plástica

Papel / foil aluminio / materia plástica

Los siguientes complejos múltiples, entran en los embalajes para productos secos (69).

Impresión / Papel 70 gr /

Sobres de sopa

Aluminio 0.009 mm / PE 20 gr.

Impresión / Papel 50 gr / PE 15 gr

Productos liofi-

al 0.015 mm / PE 30 gr.

lizados

Impresión / Aluminio 0.009 mm / Papel

Helado en polvo

60gr. / PE 20 gr / m².

COMPLEJOS PARA PRODUCTOS ESTERILIZADOS Y
PASTEURIZADOS

El fin de la esterilización de los productos alimenti cios es la destrucción, por el efecto de la temperatura de los microorganismos vivos.

Las exigencias para empaques de productos para pasteur izar y esterilizar son:

- No debe desnaturalizar el olor y el sab del contenido.
- El sellado debe resistir la temperatura y presión.
- Deben ser impermeables, al vapor de agua y -- oxígeno.

Los complejos utilizados para estos productos son (69):

- a) PE 0.012 mm / AL 0.009 mm / HDPE 0.075 mm.
- b) PE 0.012 mm / AL 0.012 mm / PP 0.075 mm.
- c) PE 0.015 mm / AL 0.012 mm / PP 0.050 mm.

CUADRO 7

USOS FINALES PARA ENVASES DE HOJA DE ALUMINIO
SIN SOPORTE Y EN COMPLEJO (62).

Envases de chocolate y dulces	Hoja de aluminio desnuda, - coloreada, impresa o recubierta con laca termosoldable en espesores de 9 a 12 mm. Hoja de Al. en complejo contracolada con cera o cola a papel.
Envase de queso fundido	Hoja de aluminio recubierta con laca protectora en espesores de 12 mm. a 15 mm.
Envueltas de mantequilla o margarina	Aluminio de 9 mm. de espesor, contracolado con cera a papel antigrasa o papel vegetal.
Aluminio para tapas de productos lácteos	Hoja de aluminio desnuda, - en espesor de 40 a 80 mm, - sin colorear o coloreada o recubierta de laca.
Material para saquetes y bolsitas para alimentos deshidratados	Hoja fina de aluminio en espesores de 9 a 30 mm. recubierta con laca o contraco-

lada a varias combinaciones de papel con películas.

Envases semirígidos de paredes plisadas y lisas para alimentos

Hoja de Al. en espesores de 30 y 200 mm. Puede ser desnudo, coloreado o recubierto para protección.

Material para tapas para envases de aluminio de paredes lisas

Aluminio contracolado a papel que es normalmente termosellado para cerrar envases de paredes lisas.

LECHE

Los empaques para la leche deben designarse para proteger al producto contra la contaminación por bacteria y - contra los efectos de la luz y oxígeno.

El sistema de pos-formado es un sistema continuo ya - que forma, llena y sella en una operación continua. Este sistema debe usar polietileno (bolsas), o aluminio lamina- do a papel.

El empaque de leche en bolsas de polietileno es origi- naria de Francia. Estas bolsas ofrecen varias ventajas co- mo almacenamiento compacto, son económicos. Entre sus des- ventajas están la necesidad de soportes y su apariencia - no convencional. Requiere de una laminación opaca ya que- el plástico claro no ofrece una adecuada vida de anaquel.

Las bolsas se preparan de PE de baja densidad. Se ex- truye el PE hasta producir una laminación de 0.004 pulga- das. Se esteriliza por irradiación ultravioleta.

La leche aséptica o de larga vida se introdujo en Sui- za en los 60's. Conocido como sistema Tetrapak, utiliza - un preesterilizado laminado y un llenado en ambiente este- ril. El aluminio es una parte integral de la laminación - flexible, dando una barrera contra la luz y gas.

La leche de vaca es precalentada a 165 - 185° F, des- pués se aumenta rápidamente a 185 - 300 °F. Se mantiene -

en esta temperatura por 2 - 4 segundos y después enfriada rápidamente por espolvoreado dentro de una cámara de vacío.

Debe ser envasada completamente bajo condiciones estériles.

No requiere de refrigeración por tres meses (71).

HELADO

El aluminio es una barrera muy efectiva contra la luz y el calor radiante.

Como resultado de la reflexión del calor en la superficie, el helado empacado en laminación aluminio / cartón, se guarda a temperaturas más bajas que en la laminación de papel / cartón.

La ventaja de la laminación con aluminio es que da mayor protección y tiene una mejor presentación (71).

MANTEQUILLA Y MARGARINA

El aluminio da opacidad y propiedades de barrera.

El material generalmente usado consiste de un delgado calibre en la laminación del aluminio a papel. El papel - puede ser a prueba de grasa o papel seda. El aluminio puede ser impreso o recubierto con algún material resistente.

El uso de laminaciones aluminio/película, no es recomendable porque los plásticos contribuyen al sabor y no son suficientemente resistentes a la grasa.

El aluminio se utiliza en calibres de 0.001 a 0.002 - pulgadas (71).

QUESO

Cualquier material para usarse para empaques de quesos naturales debe:

1. Proporcionar protección general.
2. Prevenir la pérdida de humedad.
3. Mejorar la apariencia.
4. Proteger contra microorganismos.
5. Proteger la transmisión de oxígeno.

Los laminados de foil de aluminio son extensamente usa dos para empaques de quesos. Desde 1930, algunos quesos eu ropeos eran empacados en hoja de aluminio.

Los quesos naturales aparentemente maduran más rápida mente en foil. Los quesos que se empacan en hoja de alumi nio son el Port Salud y el queso tipo Roquefort. El queso crema se empaca en laminación aluminio / celofán / papel / aluminio.

Para quesos procesados se utilizan composiciones de - foil con laca, aluminio / celofán y aluminio / papel / alu minio

YOGHURT

El yoghurt se empaca en tubos de poliestireno y tapa dos con aluminio de 0.002 pulgadas (71).

LECHE EN POLVO

Se empaca en laminaciones de foil de aluminio. Esta -
consiste en papel / PE / aluminio / PE.

FRUTAS DESECADAS

Se usan laminaciones de:
celofán / PE / aluminio / PE y papel / PE / aluminio / PE

SALSA INDIVIDUAL DE TOMATE

Son empacadas en: celofán / PE / aluminio / PE.

MOSTAZA Y MAYONESA

Se empaca en celofán / PE / aluminio / PE. Se usa --
también un adhesivo capaz de resistir el efecto del aceite
(71).

GALLETAS

Se utilizan laminaciones de (16).
Papel / cera / aluminio / papel cera o papel seda.

CARAMELOS

Se empacan individualmente en foil de aluminio. La --
ventaja es que el aluminio sirve como decoración y como pro
tección.

Los caramelos de dextrosa, requieren mayor protección
contra la humedad, debido a que son susceptibles a sufrir
deterioros.

En el siguiente cuadro se dan las laminaciones y sure
sistencia (16).

CUADRO 8

MATERIALES PARA CARAMELOS

MATERIAL	HUMEDAD	RESISTENCIA A OLOR Y SABOR	GRASAS Y ACEITES
38.1 m Al	Excelente	Excelente	Excelente
12.7 m Al/25.4 m PE	Excelente	Excelente	Excelente
25.4 m Al/25.4 m PE	Excelente	Excelente	Excelente
8.9 m Al /Papel seda	Buena	Buena	Muy buena

CHOCOLATE:

Para miniaturas se utiliza (38).

Aluminio / papel impresión.

Para barras normales.

papel impresión / aluminio / papel cera.

Para el chocolate con cereal y nueces.

Papel cera / aluminio / papel seda

papel / aluminio / PE

CHICLES:

Se empaican individualmente en: Aluminio / papel; que-
evita que se peguen entre ellos.

NUECES:

Se empaican al vacío en laminación de: PE/Aluminio/PE.

3.1 Costos.

A continuación se da un cuadro con costos de las laminaciones. Obtenidos en el mes de noviembre de 1986.

CUADRO 9

COSTOS DE LAMINACIONES

LAMINACION	PRECIO POR KG. + I.V.A.
Aluminio sencillo	\$ 6,300.00
Papel 70 gr. /aluminio /PE 20 gr.	6,000.00
Papel 50 gr /PE 15 gr /aluminio/ PE 30 gr	6,200.00
Aluminio/papel/60gr/PE 20 gr	5,400.00
Papel cera/aluminio/papel cera	6,500.00
Aluminio/papel vegetal	7,500.00
PE/aluminio/PP	7,100.00
PE/aluminio/PE	6,900.00
Celofán /aluminio/ PE	6,500.00
Aluminio / Cartón	3,800.00
Celofán /PE/aluminio/ PE	6,200.00
Aluminio/PE	7,000.00

CONCLUSIONES

1. El uso del aluminio en el empaque de productos alimenticios se debe a sus buenas propiedades, de protección contra la humedad, luz, gases, etc.
2. Una gran ventaja del aluminio es que sus propiedades son independientes del calibre en que se use, cosa que no ocurre con otros materiales de empaque, como plásticos, que varían sus propiedades de acuerdo al calibre usado.
3. Cuando el producto a empacar requiere de alta protección contra la transmisión de gas o vapor de agua, debe ponerse el aluminio cerca del producto, lo que disminuye la permeabilidad.
4. El PP es mejor que el celofán, por tener mejores propiedades como durabilidad, mejor barrera contra la humedad. (PP-9gr/m² celofán 1870 gr/m²).
5. Al empacar alimentos con alto contenido de grasa, no debe ponerse el plástico junto a ellos, ya que estos contribuyen al sabor y no son suficientemente resistentes a la grasa.
6. Si se analizan los diferentes materiales de empaque -- por si solos, no cumplen todas las condiciones requeridas por un envase moderno, cosa que no ocurre con las laminaciones, que se acercan al empaque ideal.

7. El uso de aluminio contribuye a la protección higiénica de la provisión alimenticia. Evita que los alimentos de alto contenido en GRASA, se pongan rancios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguilar Mendoza, Rubén. 1984. Envase Flexible esterilizable. Información Científica y Tecnológica. Vol. 6 (95).
2. Allison, H. L. 1985. High barrier packaging - What are the options?. Packaging. Vol. 30 (3)
3. Alforja. 1984. Envase aséptico con material termoformado. No. 73.
4. Alforja. 1984. Tetra-Brick Aseptic AB-8. No. 66.
5. Andres, C. 1978. Portion pached flavours offer costo - savinge. Food Process. Vol. 39 (2).
6. Anon. 1971. Packaging for food. SPA Mobil Cil Co. LTD London.
7. Anon. 1975. Packaging of meat and meat products. Packaging. Vol. 46 (45).
8. Anon 1978. Food Packaging. Where it's been, where it's going. Modern Packaging. Vol. 51 (7).
9. Anon. 1979. Snack Foods. Packaging. Vol. 50 (58).
10. Arellano, Catalina. 1981. Guía del envase y embalaje. Ed. Cosmos. México.
11. Bertnand, Kate. 1984. New high-barrier materials wrap up the food market. Packaging. Vol. 29 (10).
12. Bonis. L. J. 1981-1982, Coextruded film and sheet. Modern.

13. Bremer, Wayne P. 1984. Films, Polyethylene, low-density. Packaging Encyclopedia.
14. British Aluminum Foil. 1977. Symposium on Aluminum Foil in Packaging. British Aluminum Foil Rollers Association. London.
15. Brody, A. L. 1978. Food canning in rigid and flexible-packages. Ed. Technology. Vol. 2 (2).
16. Brody, Aaron. 1979 Flexible packaging of food. CRC Press. U.S.A.
17. Business Week. 1981. Plastics, new entry in bottle wars.
18. Butler, John P. 1985. Laminations. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
19. Carlson, V.R. 1984. Aseptic packages. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
20. Castlemen, Howard. 1985. Flexible Films, printing techniques. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
21. Concha, Mario. 1981-1982. Linear low density polyethylenes. Modern Plastics Encyclopedia.
22. Consumer Reports. 1984. Food Wraps and Bags. Vol. 49 pg. 55.
23. Crosby, N.T. 1981 Food Packaging Materials. Applied Science Publishers L.T.D. London.
24. Detter, Clyde V. 1984. Films, polyethylene high-density. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).

25. Distler, J.A. 1981-1982. Flexible laminates: packaging. Modern Plastics Encyclopedia.
26. Edmund, A. Leonard, 1971. Introduction to the economics of packaging. Mc. Graw Hill Inc. U.S.A.
27. Edwards, M.B. 1980-1981. Polypropylene. Modern Plastics Encyclopedia.
28. Exhibitions. 1985. Pack Expo/Emballage Trends. Food Engineering. International. Vol. 10 (4).
29. Exposition. 1985. Pack Expo/Emballage Trends. Food Engineering International. Vol. 10 (2).
30. Ferguson, Ben C. 1978. An introduction to paper and -- paperboard. Modern Packaging Encyclopedia. Vol. 51(7).
31. Flesher, J.R. 1980-1981. Polyesthylene. Modern Plastic. Encyclopedia.
32. Friedman, Susan R. 1985. Statistics of packaging. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
33. Giacini, Jack R. 1984. Package Testings, present and - future. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
34. Hattori, Kiyoo. 1981-1982. Polypropylene. Modern Plastics Encyclopedia.
35. Harris, William. 1981. Packaging, industry analysis. Vol. 127 (242).
36. Heiss, R. 1980. Principles of Food Packaging. Arrangement with the food, Munich.

37. Hine, D. J. 1984. Close study tells how well adhesives run on machinery. Packaging. Vol. 29 (7).
38. Holgrem, Bruce. 1985. Dutch chocolate maker tells recipe for productivity gains. Packaging. Vol. 30 (5).
39. Kail, J.A.E. 1984. Flavor barrier evaluation enhances material selection. Packaging. Vol. 29 (10).
40. Kaye, Irving. 1985. Adhesives, cold water borne.
41. Korowicki, Robert T. 1981. A new generation of growth. Packaging. Vol. 52 (612).
42. Lara Carvajal, Isabel de 1985. ¿Vidrio, cartón, PET?. Alforja No. 76.
43. Leonard, Edmund A. 1984. Economics and the road ahead in Packaging. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
44. Lynch, John E. 1984. Films, polypropylene non-oriented. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
45. Modern Packaging Encyclopedia. 1978. Introduction to packaging. Mc Graw-Hill Inc. Vol. 51(7).
46. Modern Packaging Encyclopedia. 1978. Flexible packages. Mc.Graw-Hill Inc. Vol. 51 (7).
47. Modern Packaging Encyclopedia. 1978. Properties of basic packaging films and their accepted commercial standards. Vol. 51 (7).
48. Modern Packaging Encyclopedia. 1978. Adhesives. Vol. 51 (7).

49. Mushel, L. A. 1981-1982. Laminating of film. Modern Plastics Encyclopedia.
50. New Products. 1985. Films and flexible packaging. Food Engineering International. Vol. 10 (3).
51. Packaging "ABC's of package test".1985. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
52. Packaging. 1981-1980, not a happy year for metal packaging. Vol. 52 (614).
53. Packaging. 1985. UL: Foil trays okay for microwave, if in cartoons. Vol. 30 (7).
54. Packaging. 1985. New resins widen choices for food - packaging. Vol. 30 (7).
55. Packaging. 1985. Metallized packaging decorates bag in box for new cocktail milk. Vol. 30 (9).
56. Packaging. 1985. Extra-strength corrugate protects bag in box for new cocktail milk. Vo. 30 (9).
57. Packaging. 1984. Aseptic action focuses on market developments. Vol. 29 (80).
58. Packaging. 1985 Packaging economics: material prices slowly resing. Vol. 30 (8).
59. Packaging New Trends. 1985. Winning flexible packages enhance product shelf life. Packaging. Vol. 30 (4).
60. Packaging Review. 1985. Bass erects barrier against export rust. Vol. 105 (6).

61. Paine, F. A. 1979 Fundamentals of Packaging. Blackie and Son Limited. London.
62. Perez Ilzarbe, Javier. 1985. Aluminio en el envase -- flexible. Industria Navarra del Aluminio, España.
63. Pierre Barrand. 1978. Enciclopedia del aluminio. Ediciones Urmo Bilbao, España.
64. Pillinger, Tony. 1981. Keeping the crunch in the crunchie. Packaging. Vol. 52 (611).
65. Pinsky, Jules. 1978. An introduction to plastics. Modern Packaging Encyclopedia. Vol. 51 (7).
66. Quinn, Thomas. 1982. Adhesives hot-melt. Packaging Encyclopedia. Vol. 27 (4).
67. Ransing, R. 1978. How the Tetra-Pack idea was born. Paper Vol. 190 (8).
68. Reiter, Fred M. 1984. Films, Cellphane; Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
69. Revue Suisse de L'Aluminum. 1976. Feuilles Multicouches.
70. Riley, J. B. 1981-1982. Polyethylene and ethylene copolymers. Modern Plastics Encyclopedia.
71. Sacharow, Stanley & Griffin, Roger. 1980 Principales of Food Packaging. Avi Publishing Company U.S.A.
72. Sacharow, Stanley 1979. Packaging Desing. PBC International Inc. New York, U.S.A.

73. Sacharow, Stanley, 1979. Packaging Regulations AVI Publishing Company Inc. U.S.A.
74. Scholl, Charles. 1985. Adhesives, aplicating, hot-melt. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
75. Shields, John B. 1984. Aluminum Foil. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
76. Sibbach, W.R. 1980-1981. Flexible laminates: packaging. Modern Plastics Encyclopedia.
77. Sincavl, Joseph T. 1978, Cellophane. Modern Packaging Encyclopedia. Vol. 51 (7).
78. Special Reports on Packaging. 1985 Better conections in barrier Adhesives. Modern Plastics International. Vol. 15 (10).
79. Stillwagon, J. E. 1978. Aluminum Foil. Modern Packaging Encyclopedia Vol. 51 (7).
80. Swalin, Charles. 1979 Chemistry of Food Packaging. Advanced in Chemistry Series. U.S.A.
81. Town, J.E. 1985. Bags, paper. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
82. Tunnicriffe, C.M. 1970. A study of relationship between packaging materials, food and odour. Food Technology. Vol. 5 (4).
83. Turner, B. and Pillinger, T. 1977. A confectionary manufacturer's approach to the use of aluminum foil in -

ESTA TESIS
SALIR DE LA
NO DEBE
BIBLIOTECA

packaging Presented Symposium on Aluminum Foil in
Packaging. London.

84. Uetzmann, Paul. 1985. Aluminum Foil. Packaging Encyclopedia. Vol. 30 (4).
85. Universidad de Cincinnati. 1980. El aluminio y la Salud. Aluminum Association Inc. U.S.A.
86. Walsh, John. 1981. Industry study: paper vs plastic. Predicasts. Cleveland, OHIO, USA
87. Waters, Craig. 1983. Pretty packages, aseptic - containers. Vol. 5 (55).
88. Wibbens, R.L. 1984. films, polypropylene, oriented. Packaging Encyclopedia. Vol. 29 (4).
89. World Report. 1985. Boost for aseptic packaging in U.K. food Engineering International. Vol. 10 (4).
90. Normas ASTM. American Society Testing Materials. 1985.

APENDICE I

Abreviaturas

PE	:	Polietileno
PP	:	Polipropileno
LDPE	:	Polietileno de baja densidad
LLDPE	:	Polietileno lineal de baja densidad
HDPE	:	Polietileno de alta densidad
WVTR	:	Transmisión de vapor de agua
ASTM	:	Sociedad Americana de Pruebas de Materiales
gr	:	gramo
m ²	:	metro cuadrado
hrs.	:	horas
°C	:	grados centígrados
°F	:	grados fahrenheit
grmil	:	gramos mil
atms	:	atmósferas
P.G.	:	Permeabilidad Gaseosa
cc	:	centímetros cúbicos
Kg.	:	Kilogramos
nm	:	nanómetros (10 ⁻⁹ m)
<i>μ</i>	:	micras (10 ⁻⁶ m)
<i>mμ</i>	:	milímicros (10 ⁻¹² m)

APENDICE 2

Glosario de Términos

- MELT INDEX : (Indice de fundido). Número relativo para el fundido de resinas.
- PENETRACION : Habilidad de un líquido de ser absorbido en un papel o superficie fina.
- ADHESIVO : Cualquier material que une dos materiales - y puede ser aplicado en uno o los dos lados.
- COATING : Aplicar una resina a un sustrato, para proteger, decorar o sellar con calor.
- EXTRUDE : Presionar por una entrada u orificio materiales como resinas, etc.
- PELICULA : Término usado para designar materiales plásticos finos. (FILMS)
- FOIL : Aluminio para laminación.
- TAPPI : Asociación Técnica de la Pulpa e Industria del Papel.