

16
21.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

**DESARROLLO DEL EMPAQUE PARA UN DULCE DE
BAJO POTENCIAL CARIOTENICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLIGA

P R E S E N T A :
MARIA ALEJANDRA CASTRO RUELAS



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

A Dios : por lo que soy y lo que tengo.

*A mis padres : Rafael Castro y Paula Raclás, por su amor, tiempo,
apoyo y esfuerzo en mi formación y educación.*

*A Mis hermanos : Lupita, Rafa y Joesita, con quienes he
compartido mi infancia y juventud.*

A Mario: por darme su amor, compañía y confianza.

*A mis amigos, en especial a la Legión de María
por darme la posibilidad de conocer más a Cristo y María.*

Agradecimientos:

A todos mis profesores, por transmitirme sus conocimientos; en especial a:

Prof. Francisco J. Casillas Gómez, Prof. Joaquín Pérez Ruales,

Prof. Socorro Ramos Alpizar, Prof. Pedro Gorgonio,

Prof. Adriana Mejía Chavez y a la Prof. Lucía Cornejo Barrera,

por el apoyo y las facilidades otorgadas para la realización de la presente.


JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Prof. Federico Galdeano Brenzobas
VOCAL: Prof. María de los Angeles Valdivia López
SECRETARIO: Prof. Francisco Javier Casillas Gómez
PRIMER SUPLENTE: Prof. María de Lourdes Gómez Ríos
SEGUNDO SUPLENTE: Prof. Sandra Perez Munguía

Sito donde se desarrolló el tema:

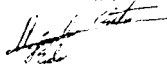
Laboratorio de Tecnología Farmacéutica
Facultad de Química, UNAM.

Asesor del tema



M. en C. Francisco Javier Casillas Gómez

Sustentante



María Alejandra Castro Ruelas

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
I. GENERALIDADES	5
A FUNCIONES DEL EMPAQUE	5
B CONSIDERACIONES DEL EMPAQUE	5
1 PRODUCTO ALIMENTICIO	6
2 FACTORES AMBIENTALES CAUSAS DE ALTERACIÓN	6
3 PERMEABILIDAD	7
4 INTERACCIONES ALIMENTO - EMPAQUE	10
5 PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL EMPAQUE	10
6 VIDA DE ANAQUEL	11
a FACTORES QUE CONTROLAN LA VIDA DE ANAQUEL	11
7 RECICLAJE DEL EMPAQUE EN MÉXICO	11
C MATERIALES DE EMPAQUE UTILIZADOS EN DULCES COMPRIMIDOS	15
1 PAPEL	15
a PAPELES RESISTENTES A LA HUMEDAD	15
b PAPELES RECUBIERTOS DE CERA	15
2 PELÍCULAS DE CELULOSA REGENERADA	16
a RECUBRIMIENTOS	16
3 PLÁSTICOS	17
a CLASIFICACIÓN	17
(1) POLIETILENO ALTA DENSIDAD (PEAD/HDPE)	18
(2) POLIETILENO BAJA DENSIDAD (PEBD/LDPE)	19
(3) CLORURO DE POLIVINILO (PVC)	20
(4) POLIPROPILENO (PP)	22
b PELÍCULAS PLÁSTICAS	23
a PROPIEDADES	23
b PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN	23
(1) PROCESO DE COLADA	24
(2) PROCESO DE CALANDRADO	24
(3) PROCESO DE EXTRUSIÓN	24
(1) EXTRUSIÓN SOPLADA	26
(1) EXTRUSIÓN FUNDIDA	26
c ESTRUCTURAS COMPLEJAS	26
(1) LAMINACIÓN POR EXTRUSIÓN	27
(2) LAMINACIÓN POR ADHESIVOS	28
d TRATAMIENTOS POSTERIORES	28
c FOIL DE ALUMINIO	28
6 SELLADO	30
D CARACTERÍSTICAS DEL COMPRIMIDO A EMPACAR	31
E SELECCIÓN DEL MATERIAL DE EMPAQUE	33
II. METODOLOGÍAS	34
A ACONDICIONAMIENTO DEL COMPRIMIDO EMPACADO	34
B SELLADO TÉRMICO	35
C PARÁMETROS DE COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL COMPRIMIDO EMPACADO	37
1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	38
a EVALUACIÓN SENSORIAL	38
b CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	40
c CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	40
2 CARACTERÍSTICAS DE ESTABILIDAD	41
a DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)	41

b DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	41
3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	42
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
A ACONDICIONAMIENTO DE LOS COMPRIMIDOS EMPACADOS	43
B PRUEBA DE SELLADO	43
C PARAMETROS DE COMPROBACION DE LA CALIDAD DEL COMPRIMIDO EMPACADO	43
1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	43
a EVALUACIÓN SENSORIAL	44
b CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	45
c CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	46
2 CARACTERÍSTICAS DE ESTABILIDAD	53
a DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO	53
b DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	55
3 CARACTERÍSTICA MICROBIOLÓGICA	56
D COSTO POR UNIDAD DE EMPAQUE	58
E COSTO DEL PRODUCTO POR KG	58
F ANÁLISIS DE COSTOS	59
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	63
GLOSARIO	65

INTRODUCCIÓN

En general los productos alimenticios siempre van acompañados de dos elementos: el alimento en sí y el empaque, el cual logra protegerlos de reacciones químicas, luz, humedad, microorganismos, olores, daños físicos y otros, no solo durante su transporte, sino también en periodos largos de almacenamiento.

La gran variedad de materiales de empaque permite seleccionar el más idóneo para cada producto alimenticio partiendo de aspectos relacionados con el beneficio para el consumidor, el fabricante y el medio ambiente.

En la industria del dulce y en especial los fabricantes de dulces tableteados (pastillas) utilizan materiales de empaque como el papel encerado y el PEAD. Sin embargo, estos materiales pueden variar según sean las características del dulce.

En la Facultad de Química se desarrolló un dulce tableteado de bajo potencial cariogénico. Con el propósito de saber cuál es el empaque adecuado para el comprimido, en el presente trabajo se desarrolló el empaque que logre proteger al producto, de tal manera que llegue al consumidor con sus características originales, es decir, que mantenga su calidad por el mayor tiempo posible.

Dado que no existe el empaque ideal para cualquier producto, es necesario resaltar las características que se desean mantener sin alteración o aquellas que distinguen al producto alimenticio de otros.

Se trata de un dulce tableteado cuyo edulcorante y componente mayoritario de la formulación es el sorbitol, además contiene vitaminas C y D que contribuyen a evitar la caries. El sorbitol es higroscópico, por lo tanto, el material de empaque debe tener poca permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno, ya que el ácido ascórbico se descompone en presencia de este gas, lo mismo que con iones cobre, hierro y la luz solar, este último factor indica que el empaque deberá ser opaco para evitar pérdida en el valor nutricional.

Con base en lo anterior y a la información consultada se seleccionará el empaque que responda a las necesidades expuestas.

JUSTIFICACIÓN

Considerando que el producto a empacar contribuye a disminuir un problema difundido principalmente en la población infantil de edad escolar y que además puede complementar su nutrición, resulta relevante contar con un empaque que garantice la calidad del producto ante el consumidor.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Desarrollar el empaque para un dulce de bajo potencial cariogénico.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Determinar la vida de anaquel del producto empacado después de someterlo a acondicionamiento

Sobre el empaque se desea lograr que

- Al consumidor le resulte: inocuo, higienico, practico, atractivo y de bajo costo.
- Al fabricante le permita reducir sus costos en la maquinaria, en el proceso de llenado y en la mano de obra para distribuir.
- No afecte al medio ambiente previendo la utilizacion de materiales que sean biodegradables o en su defecto reciclables

I. GENERALIDADES

Los empaques en alimentos han tenido un desarrollo acelerado en los últimos años dadas las circunstancias de la vida moderna que exige menos tiempo para la preparación de alimentos por lo que mayor número de personas consumen alimentos empacados, procesados o listos para ser consumidos

A. FUNCIONES DEL EMPAQUE

El empaqueo preserva la calidad de los alimentos y los protege de los daños que ocurren durante el almacenamiento, el transporte y la distribución. La protección ejercida puede ser de tres tipos:

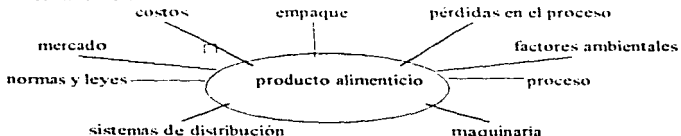
- Química. El empaque puede impedir el paso del vapor de agua, del oxígeno y de otros gases, o actuar de forma selectiva, permitiendo solo el paso de algunos gases.
- Física. El empaque puede proteger de la luz, el polvo, de las pérdidas de peso y de los daños mecánicos.
- Biológica. El empaque puede impedir el aumento de microorganismos e insectos, afectar el modo o velocidad de la alteración, o la existencia y crecimiento de los microorganismos patógenos que pudiera haber en el alimento.¹²⁰

Otras funciones importantes del empaque son:

- Contener al producto alimenticio, facilitando su movimiento.
- Asegurar que los componentes e impurezas del material de empaque y sus adhesivos no pongan en peligro la salud humana ni reaccionen con el alimento o lo adulteren.
- Ofrecer al consumidor facilidad de manejo, instrucciones de uso e información nutricional captando su atención.
- Presentar diferencia entre los utilizados para el mismo tipo de productos.

B. CONSIDERACIONES DEL EMPAQUE

El alimento empacado se debe considerar como un sistema formado por los siguientes factores:



Todos estos factores están relacionados, e influyen para la elección adecuada del empaque.¹²⁰

1. PRODUCTO ALIMENTICIO

Al desarrollar un empaque para alimentos se debe considerar en primer lugar la estabilidad del producto alimenticio, ya que puede modificarse por daños físicos, químicos y microbiológicos.

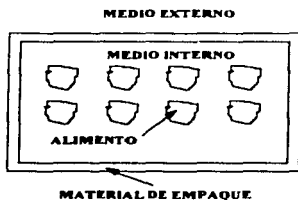
La calidad durante el almacenamiento de los alimentos empacados, depende de las características físicas y químicas del producto, de su calidad inicial, de las condiciones ambientales y de las propiedades de permeabilidad del empaque.

Para determinar la vida de anaquel, es necesario definir un criterio de aceptación del producto alimenticio mediante especificaciones de calidad. Existen alimentos sensibles a la humedad y al oxígeno, por lo tanto, estos dos factores se toman para establecer un criterio de aceptación; además de información sensorial y toxicológica necesaria para determinar la máxima aceptación del producto alimenticio.⁽¹⁶⁾

2. FACTORES AMBIENTALES /CAUSAS DE ALTERACIÓN

En un producto alimenticio empacado, existen interacciones con el medio interno, con el empaque y de éste con el medio externo. Cada una de estas interacciones puede afectar en la calidad del producto y acelerar el deterioro del mismo. Para disminuir los efectos de la interacción entre el producto y el medio se utilizan empaques al vacío y empaques con atmósferas controladas. Las condiciones de vacío se logran al eliminar el aire antes de sellar el empaque. El empaque con atmósfera controlada se obtiene al vaciar cierta mezcla de gases dentro del empaque antes de sellarse.

Las interacciones del medio interno con el medio externo son a través de gases como el vapor de agua, oxígeno y compuestos volátiles (aromas).



La proporción de cada interacción está determinada por las propiedades de permeabilidad del empaque.⁽¹⁶⁾

TRANSFERENCIA DE MASA

Es el intercambio de vapor y gases con la atmósfera. El vapor de agua y el oxígeno son los más importantes; también se consideran los cambios de compuestos volátiles (aroma) del producto al medio o del medio al producto. La transmisión del nitrógeno y del dióxido de carbono al interior de los empaques, modifican el medio para inhibir o disminuir las reacciones de descomposición de los alimentos.

La diferencia en la presión parcial del vapor o de los gases permite que penetren al empaque controlando la velocidad y extensión de la permeabilidad, también ocurre transferencia de masa a causa de; pequeños hoyos en el material de empaque, canales en las costuras de los cierres, o rompimientos del material durante el llenado y posterior manejo.

La temperatura acelera las reacciones químicas y favorece el desarrollo de microorganismos. La luz tiene un efecto catalítico en las reacciones que provocan cambios en los pigmentos de los alimentos, cambios en las proteínas y aminoácidos y destrucción de las vitaminas; la presencia de oxígeno está íntimamente ligada con las reacciones catalizadas por la luz; dichas reacciones conducen a la rancidez de los alimentos con los cambios de color y disminución del valor nutricional.⁽¹⁶⁾

3. PERMEABILIDAD

Permeabilidad se refiere a la difusión por disolución, en la que el gas se disuelve en la película en forma semejante a la disolución de un líquido, migra a través de la misma y sale nuevamente por el otro lado en forma de gas. La difusión no depende del espesor de la película, solo del material. El espesor del film solamente representa un factor de tiempo.

En el caso de películas que absorben humedad (celofán, acetato de celulosa, poliamida) se produce una difusión de gases por el mayor grado de humedad, ya que los gases pueden disolverse también en dicha humedad.

La permeabilidad al vapor de agua es la cantidad de agua en peso, que se difunde en 24 h. a través de un metro cuadrado del plástico objeto del ensayo, con un gradiente de humedad prefijado y a una temperatura determinada.⁽²⁰⁾ La correspondiente fórmula es:

$$DH_2O = \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \times 24\text{h}}$$

Si se reduce la permeabilidad a las unidades de superficie, espesor y presión, se obtiene el coeficiente de permeación. Este valor es para el agua:

$$PH_2O = \frac{\text{g}}{\text{cm} \times \text{h} \times \text{Torr}}$$

Se refiere a las películas de 40 μm de espesor. Una conversión a otros espesores sólo puede efectuarse para films cuyo espesor no sea notablemente distinto de 40 μm .

La permeabilidad del gas es el volumen del gas que se difunde a través de 1m² del producto objeto del ensayo, a una determinada temperatura y con el gradiente de presión de un bar en 24 hr.

Su fórmula es la siguiente:

$$DG = \frac{\text{cm}^3}{\text{m}^2 \times 24 \text{ hr.} \times \text{atm cm}^2}$$

Los valores del coeficiente de permeabilidad están resumidos en tablas, y la siguiente relación contiene una selección de los más importantes para películas y laminaciones plásticas usadas para envases de alimentos.

Tabla 1. Coeficiente de permeabilidad de diferentes tipos de películas plásticas. (Ref. 22)

PELÍCULA (25 µm de espesor)	TRANSMISIÓN DE GAS (cm ³ m ² día ⁻¹ (gas seco))			TRANSMISIÓN DE VAPOR DE AGUA (g m ² día ⁻¹)	
	OXÍGENO (a 23°C)	DIOXIDO DE CARBONO (a 23°C)	NITRÓGENO (a 23°C)	ARH 90.0% (a 38°C)	ARH 75.0% (a 25°C)
LDPE (0 917)	7400 0	40000 00	2800 00	12 50	4 00
HDPE (0 960)	1600 00	11400 00	440 00	3 70	1 45
PP moldeado	3040 00	9760 00	690 00	8 20	3 30
OPP coextru	1550 00	5280 00	320 00	5 00	1 35
OPP recubierto	15 00	88 55	4 50	5 60	2 00
OPP recub. de acrílico	1200 00	4500 00	250 00	4 60	1 80
OPP metalizada	35 00	108 00	6 50	1 00	
PVC rígido	120 0	320 00	20 00	32 00	12 00
PVC orientado	27 00	68 00	20 00	17 50	7 00
PVC plastificado	190-3100	430-19000	53-810	85 00	32 70
PVDC	1 25-14 5	5 0-50 0	0 4-2 5	0 6-3 20	0 25
PS moldeado	4500 00	11000 00	640 00	170 00	70 00
SAN	900 00	2800 00	120 00		
Policarbonato	3200 00	17500 00	450 00	178 00	72 50
PET	55 00	240 00	12 40	20 00	7 00
PET recub. de PVDC	8 00	32 00	2 00	8 50	3 40
PET metalizado	0 65	3 4-10 0	0 20	1 00	0 40
PA6	40 00	200 00		280 00	80-110 00
OPA6	18 00	120 00	9 00	130 00	28 30
PA 6 6	35 00	140 00	11 00	90 00	15 0-30 0
EVAL (32% etileno)	0 16	0 45		80 00	32 00
Película de celulosa 445MXXT A	8 75	80 00	3 65	8 60	3 40

LDPE, Polietileno de baja densidad; HDPE, Polietileno de alta densidad; PP, polipropileno; OPP, PP orientado; PVC, cloruro de polivinilo; PVDC, cloruro de polivinilideno; PS, poliestireno; SAN estirenoacronitrilo; PET, poliéster; PA, poliamida; OPA, PA orientada; EVAL, alcohol vinil- etileno; MXXT, un recubrimiento con PVDC.

Tabla 2 . Coeficiente de permeabilidad de diferentes tipos de laminaciones. (Ref. 22)

LAMINACION	TRANSMISION DE GAS (cm ³ m ⁻² dia ⁻¹ (gas seco))		TRANSMISION DE VAPOUR DE AGUA (g m ⁻² dia ⁻¹)		
	OXIGENO (a 23°C)	DIOXIDO DE CARBONO (a 23°C)	NITROGENO (a 23°C)	AHR 90 0% (a 38°C)	AHR 75 0% (a 25°C)
*Pelicula de celulosa 280NS+PE 40µm	12 00			4 50	1 10
*OPP coex 25 µm + OP coex 25µm	650 00			2 60	0 95
*PEE coex PVDC 12µm + PE 40µm	5 00	15 00	1 00	3 70	1 40
*MPEE 12µm + PE 80µm	1 00	4 00	0 20	0 50	0 20
*MPEE 12µm + PE 80µm + PE 80µm	< 0 10	< 0 10	0 00	0 15	0 06
*OPA 15µm final PVDC + OPA 60µm	10 00	30 00	2 50	5 00	
*OPA 60µm + PE 80µm	40 30				
*NOPA 615µm + PE 80µm	2 00			2 50	
*Kraft 44gm ⁻² + PE 20gm ⁻² + final PVDC 20 gm ⁻²	34 00			1 70	0 60
*Kraft 60gm ⁻² + final PVDC 30 gm ⁻²	15 00			1 90	0 65
*PET 12µm + 110µm + monomero 20µm	< 0 20			< 0 10	
*Pelicula de celulosa 320 DM+A 19µm + PE 35µm	7 15			0 15	0 10
*Kraft 70 gm ⁻² + PE 15gm ⁻² + A 19µm	4 30			0 10	0 08
*A 19µm + Kraft 70gm ⁻²	25 40			0 25	0 15
*A 19µm+ TPP 20g m ⁻²	28 00			0 40	0 15
*30 gm ⁻² TPP 20 gm ⁻²	< 8 00	< 35 00	< 3 00		

M, metalizado; Kraft, papel; DM, de un lado construida con nitrocelulosa; A, hoja de aluminio; TPP, papel delgado poroso; XS, película de celulosa coextruida con PVDC.

4. INTERACCIONES ALIMENTO - EMPAQUE

Las interacciones alimento-empaque son el resultado de dos mecanismos de transportación de masa: la absorción y la adsorción de componentes del sabor de los alimentos al empaque y la migración de compuestos volátiles del empaque al interior del alimento, lo cual puede disminuir la calidad de los productos alimenticios y las propiedades de permeabilidad del empaque.

La interacción alimento-empaque es muy importante durante el periodo de almacenamiento.

En algunos casos la vida de anaquel de los alimentos empacados puede ser definida como el periodo de tiempo anterior a la migración de compuestos del material de empaque al interior del producto alimenticio, excediendo los niveles permitidos donde los alimentos llegan a ser inaceptables.

El primer mecanismo es la absorción de compuestos volátiles del alimento al empaque como en empaques de jugos de frutas, disminuyendo la calidad del producto y afectándose las características de permeabilidad del empaque.

El segundo mecanismo es la migración de compuestos volátiles al interior del alimento; esto es de gran importancia ya que se debe evitar la presencia de compuestos tóxicos en el producto alimenticio.

La migración ocurre por varios mecanismos:

- Monómeros y oligómeros residuales de materiales plásticos, los cuales no pueden ser totalmente eliminados (técnica difícil) durante el proceso de la polimerización.
- El procedimiento residual se favorece con los aditivos (lubricantes, plastificantes, agentes deslizantes, antioxidantes, estabilizadores de luz, agentes antiestáticos, etc.).
- Solventes usados para los residuos de la tinta para impresión del empaque.

La migración de compuestos volátiles puede causar que el alimento adquiera sabores indeseables, o en algunos casos compuestos tóxicos.

La FDA tiene una estricta regulación sobre el uso de materiales de empaque [11].

5. PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL EMPAQUE

Los empaques de alimentos pueden estar expuestos a abusos físicos durante su procesamiento, llenado, distribución y almacenamiento. Durante su procesamiento el material de empaque puede ser moldeado hasta obtener la forma deseada; durante el llenado y sellado el empaque puede ser expuesto al calor del alimento o al de la barra selladora. Durante la distribución y almacenamiento el empaque puede estar sujeto a choques, vibraciones, y daños por compresión al ser estibado. Si el alimento empacado se somete a esterilización, el material de empaque deberá soportar la alta temperatura y la presión de la esterilización comercial. Estos abusos físicos pueden causar que se dañe completamente el empaque o que se formen pequeños orificios, dobleces, rotos, o áreas débiles; lo cual provoca pérdidas en la integridad del producto alimenticio.

El material debe cumplir las exigencias impuestas por la mercadotecnia en cuanto a su comportamiento mecánico, térmico, químico, eléctrico y físico ⁽¹⁶⁾

Entre las propiedades mecánicas citaremos:

- Resistencia al choque
- Resistencia a la compresión
- Alargamiento a la rotura
- Dureza.

Las propiedades térmicas abarcan

- Estabilidad térmica
- Conductividad térmica
- Temperatura o intervalo de fusión
- Carga térmica permanente admisible
- Resistencia al frío

Propiedades físicas

- Transparencia
- Opacidad
- Permeabilidad al gas y al vapor de agua
- Absorción de agua
- Permeabilidad a los aromas
- Neutralidad de olor y sabor
- Capacidad de sellado
- Capacidad de soldadura

6. VIDA DE ANAQUEL

La calidad de la mayoría de los alimentos disminuye al paso del tiempo, cuando este proceso continúa el producto llegará a ser inaceptable por el consumidor. El tiempo para que se produzca el rechazo se le conoce como vida de anaquel.

Un producto se considera dentro de su vida de anaquel cuando cumple con las especificaciones de calidad.

El instituto de tecnólogos de alimentos de E. U. ha definido la vida de anaquel como el período entre la manufactura y la compraventa, durante el cual la calidad del producto es satisfactoria en términos de valor nutricional, sabor, textura y apariencia.

Una inadecuada vida de anaquel ocasiona la insatisfacción del consumidor, una mala imagen para el producto y la empresa que lo elabora, pérdida de ventas y en el peor de los casos enfermedad o nutrición deficiente.

Para hacer eficiente el control de la vida de anaquel en los productos se usan códigos "cerrados" y otros procedimientos que utilizan la mayoría de las industrias de alimentos marcando sus empaques. Estos códigos indican la fecha de elaboración o de empaqueo: día y año; día, año y hora.

En los años 70s, diferentes tipos de sistemas de marcado surgieron con el propósito de informar al consumidor sobre la vida de anaquel de los productos. Entre estos se encuentran:

- " Fecha de empaqueo " Es la fecha en la cual el producto fue empacado dentro de su envase primario. Este dato no proporciona ninguna información específica sobre la calidad del producto.
- " Fecha de exhibición ". Es la fecha en la cual el producto fue colocado en el anaquel por el productor.
- " Fecha de elaboración " o " fecha para venta ". Es la última fecha en la cual el producto podrá venderse a fin de permitir al consumidor un lapso razonable de tiempo para consumir el producto.
- " Mejor consumase antes de " o " mejor consumase en " : Es la última fecha de máxima alta calidad.
- " Consumase por " o " fecha de caducidad " es la fecha después de la cual los alimentos están en un nivel aceptable de calidad por corto tiempo.

Estas formas de fechado se usan porque los cambios de calidad generalmente ocurren lentamente y no es posible establecer que un alimento sea aceptado un día y rechazado al siguiente.

En algunos países se acepta y practica estos sistemas de control.⁽²⁷⁾

a. FACTORES QUE CONTROLAN LA VIDA DE ANAQUEL

La vida de anaquel de los productos esta controlada por tres factores:

- Características del producto.
- Medio ambiente en el cual el producto estará expuesto durante la distribución;
- Las propiedades del empaque.⁽²⁷⁾

EFFECTOS DE CONCENTRACIÓN

La mayoría de las reacciones que afectan a los alimentos empacados son reacciones cuantificables que pueden ser monitoreadas con expresiones de cinética química siguiendo los cambios de concentración de algún componente.

Debido a que existen diferentes estados de reacción durante los procesos de deterioro y a que estos dependen de la concentración y de la temperatura no es posible obtener comportamientos cinéticos confiables, esto mismo ocurre cuando hay desarrollo microbiano.

En muchos alimentos es difícil obtener datos cinéticos que sirvan para predecir la vida de anaquel. En estos casos se recomienda usar evaluaciones sensoriales para determinar la aceptación de los alimentos.⁽²¹⁾

7. RECICLADO DEL EMPAQUE EN MÉXICO

La industria del reciclado en México comienza a desarrollarse, sin embargo, se presentan algunos problemas como son:

- Los polímeros son incompatibles y es necesario separarlos completamente para volverlos a utilizar.
- Centralizar el acopio en cantidad suficiente para lograr una economía a escala.
- El precio será menor al de la resina virgen, limitándose así el costo necesario para reciclar y reaprovechar el producto.

La mayoría de los plásticos y los que se usan en mayor cantidad son reciclables y recuperables, ya que contienen un gran valor energético disponible para su aprovechamiento.⁽²²⁾

Los polímeros que forman la familia de los plásticos, están clasificados con un símbolo, que indica el reciclado, con un número en el centro y unas iniciales al pie del símbolo. Con esto se identifican 7 tipos diferentes de los cuales los seis primeros son los más susceptibles de reciclarse por su abundancia y valor. Estos polímeros son:



PET o PETE, polietilentereftalato. Usado en las botellas de refresco.



HDPE Polietileno de alta densidad. Usado en las botellas de leche o en cajas de refresco.



PVC Cloruro de polivinilo, usado en botellas de shampoo y en películas para envolver.



LDPE Polietileno de baja densidad, usado en la mayoría de las bolsas de plástico.



PP Polipropileno, usado para rafia, cordeles, costales y tapas.



PS Poliestireno, usado en vasos de yoghurt, vasos, platos y cubiertos desechables.



Otros polimeros usados en menor proporción o combinados, por ejemplo, el policarbonato para los garrafones de agua purificada.

Los plásticos reciclados tienen como principal mercado ser utilizados en el mismo para el que fueron creados originalmente, sin embargo, es necesario cumplir requisitos relacionados principalmente con el precio y la calidad.

Según sea el tipo de polímero, será su reutilización, en el caso del PET que es un poliéster derivado de la industria de las fibras, se utiliza en diversos mercados de la industria textil.

A pesar de las pérdidas que se presentan en países de primer mundo como E.U.A., Japón y países europeos, se pueden señalar varias tendencias que justifican una visión optimista para el reciclado de plásticos en nuestro país:

- El reciclado se ha integrado en forma continua a la corriente principal de la economía de esos países derivado de las utilidades que se generan.
- La recuperación del PET ha tenido un despegue impresionante en E.U.A. seguido ahora por Europa.
- Hay nichos en los principales polímeros, llamados *commodities*, que ofrecen un buen potencial a pesar de su alto costo.
- Las resinas de ingeniería provienen de bienes de consumo duradero, son una importante materia prima en las regiones desarrolladas.
- La estrategia para reciclar consiste en que los ganadores son, compañías dispuestas a adaptarse e innovar, integrar para cosechar valor e inventar nuevos mercados viables.⁽¹⁾

C. MATERIALES DE EMPAQUE UTILIZADOS EN DULCES COMPRIMIDOS

1. PAPEL

PROPIEDADES Y USOS

Por su resistencia y facilidad de manipulación el papel normal resulta muy adecuado para envolver todos los alimentos secos, no grasos. La consistencia natural del papel hace que los envases sean relativamente estables lo que los hace utilizables en los distintos sistemas de llenado.

a. PAPELES RESISTENTES A LA HUMEDAD

Cuando se añade al material resina soluble en agua a base de urea-formaldehído o de melanina-formaldehído, la condensación de estos productos tiene lugar en la sección de secado de la máquina. Los productos de esta reacción son muy insolubles, por lo que hacen al papel altamente resistente a la humedad. Este procedimiento aumenta hasta en un 35% su resistencia a la rotura con respecto al papel seco y hasta en un 50% su resistencia al estallido. La resistencia en estado húmedo del papel no tratado varía entre un 5 y un 15% de la del papel seco.

Los papeles tratados contra la humedad, por ser estables a la influencia atmosférica, son especialmente útiles para los productos envasados que se mantienen a la intemperie¹¹⁴.

b. PAPELES RECUBIERTOS DE CERA

La elaboración de papel encerado comienza sumergiendo el papel procedente de la bobina en un baño de parafina fundida, pasando a continuación a través de dos rodillos que eliminan la parafina sobrante, el material pasa luego a un cilindro de enfriamiento y finalmente se enrolla en una bobina.

La penetración de la cera en el papel depende de la temperatura y de la velocidad del proceso. Si se desea que la hoja de papel se sature, el cilindro de enfriamiento se sustituye por un cilindro de calentamiento y el papel encerado se enrolla en estado caliente (papeles encerados en seco). Estos papeles son altamente impermeables al agua, pero muy permeables a su vapor. Los papeles encerados en estado líquido se obtienen mediante la aplicación de una película de cera sobre la superficie del papel, haciéndole de esta forma repelente al agua y resistente a su vapor.

Cuando a la parafina se le adicionan ceras microcristalinas, polibisobutileno, polietileno u otros polimeros, el papel obtenido, bien sea papel liso o crepe, tiene una gran impermeabilidad al vapor de agua a temperaturas de hasta 45°C.⁽¹⁴⁾

2. PELÍCULAS DE CELULOSA REGENERADA

La película de celulosa regenerada, conocida como hidrato de celulosa o celofán, se fabrica a partir de celulosa purificada.

Las películas de celulosa se utilizan en el empaqueo de alimentos, en forma de envolturas transparentes o bolsas para productos de panadería, carnes, productos cárnicos, dulces, frutos secos, vegetales, fruta, productos lácteos, tabaco. Prácticamente todas las películas de celulosa regenerada tiene un recubrimiento que las hace impermeables y o sellables térmicamente.

Las propiedades y características que han hecho a la película de celulosa regenerada importante en las diversas industrias desde el punto de vista empaqueo son:

- Calidad y comportamiento uniformes, facilidad para su manejo y elaboración a máquina
- Excelente aspecto de los empaques
- Disponibilidad de muchas calidades y tipos para satisfacer los requisitos del empaqueo
- Elevado grado de protección del producto a bajo costo.⁽¹⁴⁾

a. RECUBRIMIENTOS

Estos materiales de recubrimiento corresponden a cuatro estructuras químicas generales, nitrocelulosa, cloruro de polivinilideno (tipo "Seran"), copolímeros de vinilo y polietileno. Los recubrimientos se efectúan mezclando diversos componentes para conseguir que la película acabada tenga las propiedades requeridas.

Las películas con recubrimiento de celulosa son generalmente las más baratas de entre las películas de celulosa regenerada para cualquier uso y proporcionan una impermeabilidad al vapor de agua que pueden ajustarse a las necesidades del producto. Protegen el aroma, se cierran perfectamente a máquina y se pueden imprimir fácilmente por los procedimientos flexográficos de gravado.

Las películas de celulosa regenerada con recubrimientos de PVDC son las de mejor calidad cuando se requiere un cuidado especial en el aspecto del empaque y una excelente protección contra la humedad y/o un control máximo de la permeabilidad frente a los gases y la transmisión de aromas. La impermeabilidad lograda por este tipo de recubrimientos resiste el doblado y el trato durante su manipulación y su manejo a mano y a máquina.⁽¹⁴⁾

3. PLÁSTICOS

a. CLASIFICACIÓN

Los plásticos son sustancias orgánicas polimerizadas, proceso por el cual se enlazan entre sí moléculas de una o más sustancias, para producir moléculas mucho más grandes que constituyen nuevas entidades químicas, mediante la acción del calor, la presión y la catálisis. Se clasifican en termofijos y termoplásticos.

TERMOFIJOS. Tienen la propiedad de que cuando se someten a la acción del calor, catálisis, luz UV, etc. llegan a un estado relativamente estable.

TERMOPLÁSTICOS. Son capaces de ablandarse repetidas veces por la acción del calor y endurecerse al enfriamiento.

Para impartir al plástico las características requeridas, se añaden aditivos, que van desde plastificantes, antioxidantes, aditivos de desblancamiento, inhibidores de degradación a la luz UV, hasta cargas de diferentes tipos, usadas para mejorar la resistencia física del material, o reducir el costo del artículo terminado.

En el área de envase y embalaje, la selección del plástico para la aplicación específica estará determinada por una serie de consideraciones: las condiciones del envase, almacenamiento, transporte, estado físico del producto, etc.

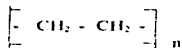
Deben tomarse en cuenta los requerimientos físicos del envase, como el color, que en el caso de los termoplásticos no presenta problema, pero en el caso de resinas termofijas y fenólicas estas se encuentran limitadas al uso de colores oscuros. La protección contra olores y sabores es difícil debido a la volatilización de ciertos componentes, es frecuente una pérdida o ganancia de humedad que podrá afectar al producto.

Una clasificación general de los envases plásticos los divide en rígidos y flexibles, dentro de los primeros se cuentan principalmente las botellas. A los envases flexibles corresponden las películas, bolsas, envolturas, laminados, etc., a los envases flexibles se les conoce también como bidimensionales y a los rígidos como tridimensionales.

PLÁSTICOS MAS IMPORTANTES

Poliétileno (alta y baja densidad), **Cloruro de polivinilo (PVC)**, **Poliestireno (PS)**, **Polipropileno (PP)**. Estos plásticos pertenecen al grupo de los termoplásticos, con los cuales pueden fabricarse, películas flexibles, hojas y recipientes. Frecuentemente, los materiales de plástico no poseen las propiedades de barrera y resistencia que el vidrio o el metal, y casi no ofrecen resistencia a la temperatura por lo tanto el remplazo directo de algún material tradicional de envase por un plástico no es posible en forma universal.⁽²¹⁾

(1) POLIETILENO ALTA DENSIDAD (PEAD/ HDPE)



CARACTERISTICAS Y APLICACIONES

Este polietileno fue una derivación del de baja densidad ya que este se obtiene a altas presiones y temperaturas, modificando este proceso a bajas presiones y bajas temperaturas se logró la fabricación de PEAD a partir del mismo etileno.

Su resistencia mecánica es mejor que la de un polietileno de baja densidad (PEBD) y su dureza es mayor, aunque es fácilmente rayable.

Puede soportar temperaturas en uso continuo hasta de 115° C, comportandose en igual forma que un PEBD cuando se incendia.

Posee muy buenas propiedades aislantes y mejora su resistencia química al poseer una estructura más cerrada.

En lo que respecta a su permeabilidad, mantiene un nulo paso al vapor de agua mejorando su barrera a gases como O₂ y N₂, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3 Constantes de permeabilidad. (Ref. 18)

GAS	LDPE	HDPE
CO ₂	280	43
O ₂	59	11
N ₂	20	3

APLICACIONES

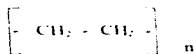
Se utiliza en bolsas, botellas, contenedores, cajas de refrescos, envases de productos químicos, cuerpos de bobinas, cordeles, tinas de baño para bebé, cubetas, bidones y juguetes.

SEGMENTACIÓN DEL CONSUMO POR SECTORES

El PEAD es utilizado en México para el área de envase principalmente en botella para productos químicos, detergentes, limpiadores, dentro del ramo alimentario para recipientes de leche, yoghurt, cremas, nieves, mantequilla, bebidas no gaseosas. Así mismo en frascos para productos cosméticos, bidones para agua, aceite, gasolina y recipientes para pintura. Otro de los importantes segmentos de consumo lo constituye las aplicaciones en el área de uso general, principalmente domésticos, en el cual se utiliza en botes para basura, cubetas, bandejas, platos, cubiertos desechables, entre otros artículos. Una aplicación muy importante es el de empaque a través de su aplicación en bolsas para transportar mercancías y sacos para comestibles. En el rubro de accesorios para transportación se considera en

forma principal cajas para transportar envases de refresco, leche, verduras y frutas y en taimas. Otro sector es el de tubería utilizada para transportar agua, parafina y aceite. En el área de artículos de recreación se aplica para juguetes y piezas de los mismos generalmente de bajo costo y vida útil corta.¹⁹

(2) POLIETILENO BAJA DENSIDAD (PEBD/ LDPE)



CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

Dentro de los polímeros rígidos a la elaboración de plásticos, el polietileno es el más importante a nivel nacional y mundial, debido a que ocupa el primer lugar en consumo; ya que posee buenas propiedades mecánicas, excelente resistencia química, bajo costo y una gran facilidad de procesamiento.

Su permeabilidad al vapor de agua es casi nula por lo que esta propiedad es aprovechada para el empaque de productos secos como galletas, cereales, sopas, y sector de panificación en general. Sin embargo su permeabilidad a gases como O₂, N₂ y CO₂ es tan grande que no puede ser utilizado para empacar alimentos ya que estos se descompondrían con el paso del tiempo y para ello se aprovechan sus propiedades termosellantes al utilizarla en estructuras internas de laminaciones las cuales combinan al aluminio, cartón, nylon, PET, etc.; para lograr características especiales de empaque. Algunas de las principales laminaciones son:

LDPE / Cartón / AL / Cartón / LDPE -	TETRAPACK
LDPE / Adhe / PA / Adhe / LDPE -	EMPAQUE DE HAMBURGUESAS AL VACÍO

Es el polímero más noble de transformar debido a que no requiere un estricto control de temperaturas, aunque si deben seguir algunos lineamientos de control o por el contrario podrían obtenerse piezas moldeadas en frío o quemadas.

APLICACIONES

Su mayor uso está en bolsas domésticas e industriales, botellas para shampoo, leche, alcohol, recipientes para solventes y productos químicos, forro de libros, tapas, tubería, recubrimiento de alambre y cable, tanques de almacenamiento y juguetes.

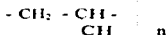
Donde se aprovechan todas las cualidades del Polietileno es en película para pan, empaque para alimentos congelados, bolsas de uso industrial, películas para carne, bolsas para hielo y pañales desechables.⁽¹⁸⁾

SEGMENTACIÓN DE CONSUMO POR SECTORES

El PEBD, es transformado para obtener diversos productos en el sector del envase como bolsa, película encogible, recubrimiento de papel y cartón, sacos, costales, botellas para shampoo, envases industriales y tapas.

Es relevante la aplicación como material de empaque especializado, que requiera soportar condiciones extremas en su manejo, como a la humedad y de productos alimenticios perecederos.

(3) CLORURO DE POLIVINILO (PVC)



CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

Es un material que puede ser moldeado por doce procesos diferentes de transformación y que se puede formular con 22 diferentes aditivos para obtener una gran diversidad de productos.⁽¹⁹⁾

APLICACIONES

El PVC se utiliza en tubería, botella, película, perfiles, lámina, discos, calzado, tabla, recubrimiento de tela, loseta, juguetes, recubrimiento de metales y herramienta, señales de tránsito, guantes, plastilata, filtros de aire, carpetas.⁽¹⁹⁾

SEGMENTACIÓN DEL CONSUMO POR SECTORES

CALANDREO: Por medio de este proceso se obtienen películas y láminas para loseta, tapicería, papel tapiz, empaques y recubrimiento de telas.

COMPRESIÓN Se utilizan las resinas de suspensión de los copolímeros para obtener discos fonográficos y losetas para piso

EMULSIÓN Para la elaboración de plastisoles y organosoles para recubrimiento de telas y metales

EXTRUSIÓN Usado para obtener tubería rígida para conducción de líquidos he instalaciones eléctricas, tubos flexibles, barras, monofilamento y recubrimiento de alambre y cable

INYECCIÓN Para obtener conexiones para tubería rígida, calzado de una sola pieza y zapato tenis, tapas de licuadora y manubrios de bicicleta

ROLACIONAL Para fabricar ductos de calefacción, coderas de automóvil, juguetes comprimibles, pelotas huecas y muñecas

SOPLADO Principalmente para producir botella, recipientes y juguetes huecos ¹⁷

RISGOS GENÉTICOS OCASIONADOS POR EL CLORURO DE VINILO

En estudios de embarazos de esposas de trabajadores expuestos al monómero de cloruro de vinilo, indican que en comparación con controles hay una pérdida significativa de fetos en el grupo en que los maridos tienen una exposición previa al cloruro de vinilo mientras que no hay diferencia entre los grupos de trabajadores antes de la exposición

Muchos reportes indican que el monómero de cloruro de vinilo es mutagénico, en sistemas de prueba microbianas, así mismo que sus metabolitos inducen mutaciones en células de mamíferos

También se ha reportado un exceso de aberraciones cromosómicas de linfocitos de trabajadores expuestos al monómero de cloruro de vinilo. Sin embargo los efectos mutagénicos de monómero de cloruro de vinilo, expresado como aberraciones cromosómicas en linfocitos en humanos, no ocurren en células germinativas de ratones, lo que lleva a la conclusión de que el daño potencial de efectos mutagénicos sobre el espermia via feto parece existir de otro modo ¹²

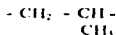
ENFERMEDADES CAUSADAS POR EL CLORURO DE VINILO

Se han hecho estudios que muestran que la exposición al cloruro de vinilo da como resultado tumores en el hígado del hombre. Un gran número de casos de angiosarcoma del hígado se han reportado en los Estados Unidos de Norteamérica en operadores expuestos al cloruro de vinilo. Aunque este tumor es muy raro en el hombre la posible respuesta carcinogénica ha sido asociada con el síndrome de acro-osteolisis.

En Inglaterra los productores de PVC implementaron programas para reducir las cantidades de monómero en polímeros, en envases para alimentos y en el alimento envasado; produciéndose botellas que contienen menos de 3 ppm de cloruro de vinilo y hojas de PVC rígido como base del envase con menos de 5ppm. En la fabricación de películas flexibles se ha logrado menos de 0.5 ppm. Los estudios de extracción de monómero de envases de PVC por alimentos y alimentos simulantes se llevan a cabo por el método de cromatografía de gases empleando análisis de espacio de cabeza.

A partir de esta información es posible calcular la cantidad de cloruro de vinilo residual por extracción de alimentos ⁽¹²⁾

(4) POLIPROPILENO (PP)



CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

El polipropileno junto con el polietileno son las dos poliolefinas más importantes, tanto por su consumo como por sus propiedades y aplicaciones.

Este polímero es obtenido de la polimerización del gas propileno que al polimerizarse adquiere una excelente resistencia a elevadas temperaturas y buenas propiedades mecánicas a excepción de la resistencia mecánica.

Es un material altamente cristalino que sólo alcanza transmisiones de luz del orden de 70 a 75%, por lo que se fabrican piezas traslúcidas a opacas, a excepción de las películas.

Presenta buena barrera a la humedad, O_2 y N_2 , además resiste grasas, usándose en envolturas de botanas y laminaciones, en las que será la parte que estará en contacto directo con el alimento.⁽¹⁸⁾

APLICACIONES

El mayor uso de este material se encuentra en el sector de raffia para la elaboración de costales para azúcar, granos y otros productos alimenticios, en películas para botanas, chocolates, dulces, productos secos, carnes frías, etc., también se utilizan en fleje, botellas, tapas, parrillas, ventiladores, filtros de aire, cordeles, carcazas de electrodomésticos, fibra, tubería y cascos, en laminaciones y en coextrusiones.⁽¹⁹⁾

SEGMENTACIÓN DE CONSUMO POR SECTORES

El consumo del PP se encuentra en función del tipo de proceso. El más utilizado para transformarlo es el de extrusión por medio del cual se obtiene raffia, película para empaque de alimentos, recipientes y fibras. Entre las fibras de PP se encuentran el multifilamento continuo, el hilo fobrado y monofilamentos espumados planos y redondeados, que se aplican en cuerdas, cordones, redes de pescar, cubiertas de asientos para automóvil, telas empleadas en tapicería, cerdas para cepillos de pelo y dentales, escobas, bolsas para ropa sucia y medios filtrantes industriales.

Como segundo proceso de importancia se encuentra el modelo por inyección a través del cual se producen básicamente envases para alimentos y cosméticos, compitiendo con el polietileno de alta densidad.

Como sectores de consumo el PP y sus copolímeros se utilizan principalmente en México en raffia, empaque y envases y fibras.⁽¹⁸⁾

4. PELÍCULAS PLÁSTICAS

a. PROPIEDADES

Se clasifican en dos categorías: ópticas y físicas.

Propiedades ópticas

- Claridad óptica
- Brillo
- Transparencia de la claridad
- Opacidad

Propiedades físicas:

- Envejecimiento acelerado
- Coeficiente de fricción (deslizamiento, tacto)
- Acondicionamiento para ensayo
- Soldado al calor
- Duración del plegado
- Resistencia al desgarro
- Resistencia al choque
- Velocidad de transmisión del vapor de agua
- Velocidad de transmisión del gas
- Grosor (calibre)
- Grosor de películas de capas múltiples
- Olor
- Lísura

APLICACIONES

Los materiales termoplásticos se aplican en materiales para envasar alimentos, en usos textiles y agrícolas, construcción y aplicaciones industriales. Muchas veces estos materiales se combinan con otras películas de plástico, láminas o papeles, para formar materiales de envasado flexibles o rígidos con cualidades físicas o estéticas de protección.

b. PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

Las películas plásticas pueden obtenerse básicamente de tres procesos:

- Proceso de colada,
- Proceso de calandrado,
- Proceso de extrusión.

(1) PROCESO DE COLADA

Por el proceso de colada pueden convertirse en películas los plásticos solubles en algún disolvente o que pueden dispersarse. Se entiende por dispersión una suspensión estable y lechosa de resinas sintéticas con tamaño de partícula muy reducido. Para la colada de partículas se emplean principalmente soluciones de derivados celulósicos. La solución se cuele a partir de un recipiente de almacenaje pasándolo a través de una rendija estrecha y larga sobre un cilindro de acero en rotación de pulido, brillante y atemperado. Sobre este cilindro se forma una película uniforme.

En posteriores estaciones calefactoras se eliminan por evaporación los disolventes contenidos en la película. Cuando se elaboran dispersiones (látex) las estaciones calefactoras se emplean para extraer agua de la película.

Las películas coladas con disolventes tienen muy buena transparencia y poseen una superficie lisa, brillante y de caras paralelas.²⁰

(2) PROCESO DE CALANDRADO

Para la fabricación de películas planas se dispone de los procedimientos de extrusión y calandrado. En la calandra se fabrican especialmente películas de PVC rígido o blando, ya que, este procedimiento proporciona los mejores resultados.

Las películas calandradas se caracterizan por una buena uniformidad y elevada calidad superficial. Pueden embobinarse en rollos compactos.

Las calandras consisten en armazones estables en los que giran rodillos de acero pulido calefactados. La masa situada en las rendijas regulables formada entre cada dos rodillos se lamina en estado plástico. Delante de cada rejilla se origina un abultamiento de masa, a modo de rollo o cordón, que gira sobre su eje longitudinal.

La homogeneización de la masa será mejor cuanto mayor sea el número de rendijas de que se dispone para el proceso de laminado. Para la fabricación de películas de calidad se utilizan casi siempre calandras con cuatro o cinco rodillos.²¹

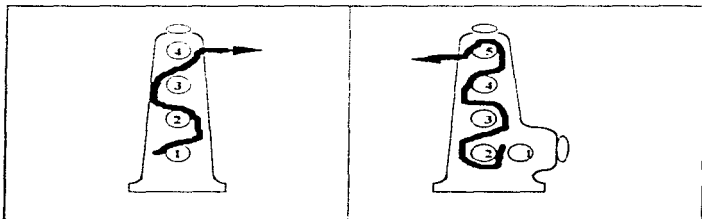


Fig. 1. Calandras con 4 y 5 rodillos (Ref. 20)

(3) PROCESO DE EXTRUSIÓN

Por el procedimiento de extrusión se fabrican películas mediante una tobera de ancha rendija, por la que sale en forma de cinta la masa plastificada.

Las láminas gruesas se igualan mediante un tren de estirado y se enrollan. Las películas finas pasan por rodillos de refrigeración y estirado y se enrollan directamente. El espesor de la película depende del ancho de salida de la tobera, de la velocidad de salida de la masa y de la velocidad de estirado. Por ajuste de ambas velocidades puede regularse el espesor de la película. La exactitud de espesor es mejor en las películas extruidas que en las calandradas.

Se extruyen películas de PE, PP y PS, también de acetato de celulosa, PC, y poliamida. En el caso del PVC se trata de un copolímero de S-PVC con un porcentaje de acetato de vinilo.

Por la tobera circular sale un tubo de masa cuyo espesor depende del ancho de la rendija. Una corriente de aire introducida a través de un cabezal de soplado hincha el tubo en cuanto sale de la tobera, mientras que es estirado simultáneamente por los rodillos de goma en dirección longitudinal. Ambas operaciones producen un ensanchamiento del diámetro del tubo y un afinamiento de las paredes del mismo. El tubo se aplana en el dispositivo de estirado y es posible cortar por los dos pliegues laterales. Con esto se obtienen dos películas, que se enrollan por separado.⁽²⁰⁾

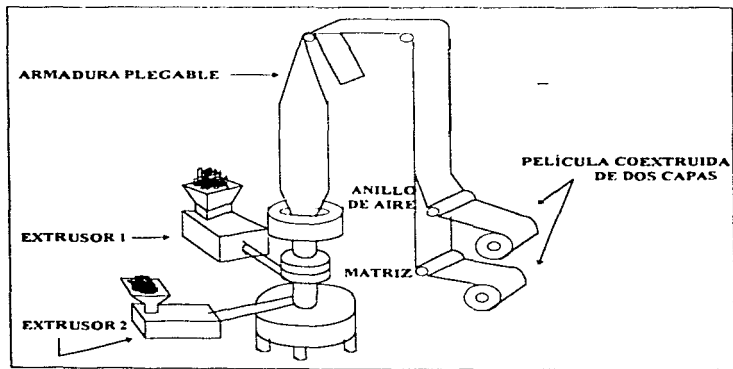


Fig. 2. Proceso de extrusión. (Ref. 13)

(i) EXTRUSIÓN SOPLADA

En este proceso el plástico fundido se inyecta a través de un orificio o un troquel anular lo que produce una figura de plástico tubular en estado semilíquido. Se introduce aire en el tubo, que se estrecha hasta casi cerrarse a lo largo del recorrido de la película, más allá del punto de extrusión, haciendo que el plástico se expanda y adopte forma de burbuja a medida que va saliendo del troquel de extrusión. Esta burbuja de aire también sirve para enfriar la película cuando la misma se bobina en rollos.⁽²⁰⁾

(ii) EXTRUSIÓN FUNDIDA

Es un proceso de extrusión en el que se utiliza una abertura de troquel larga y plana, de la cual se impulsa o se extrae el plástico fundido que después se coloca en un tambor o cilindro de enfriamiento por agua, antes de ser bobinado en rollos.⁽²⁰⁾

c. ESTRUCTURAS COMPLEJAS

A partir de elementos como papeles, películas, y foils se pueden elaborar estructuras que unen las propiedades de los diferentes componentes logrando materiales con características especiales.

Existen tres formas de lograr estos materiales y son:

- Laminaciones
- Recubrimientos
- Coextrusiones

LAMINACIONES

Una laminación se logra cuando se unen varias películas papeles y/o foils, obteniéndose así una sola lámina de varios estratos, existen algunas laminaciones sencillas y otras más complejas. Existen dos formas de unir los diferentes estratos: Por extrusión y por adhesivos.⁽²⁰⁾

Tabla 4. Laminaciones más comunes. (Ref. 13)

Polibond	Poliétileno y papel bond
Poliglassine	Poliétileno y papel glassine
Poliifán	Poliétileno y papel celofán

(1) LAMINACIÓN POR EXTRUSIÓN

Para unir dos películas o estratos se puede hacer uniéndolos con una capa de plástico fundido que es colocado entre ambos estratos por medio de un dado de extrusión, que genera una película de plástico y que aún fundido hace las veces de adhesivo.

Uno de los polímeros más utilizado como elemento de extrusión es el polietileno de baja densidad, el cual es aplicado a una temperatura promedio de 310°C y que como mínimo puede aplicarse 12 g/m^2 de este material.⁽²¹⁾

Dependiendo del nivel de protección y la clase de producto a empacar, el material de empaque puede ser de una sola capa o de varias capas (coextruido o laminado), además puede ser recubierto o metalizado. Si se requiere que disminuya la transferencia de vapor de agua o luz, se puede utilizar una película reforzada por orientación o plastificación.⁽²⁰⁾

Las laminaciones usadas para proteger a los alimentos sensibles al vapor de agua requieren hojas de aluminio.⁽²⁰⁾

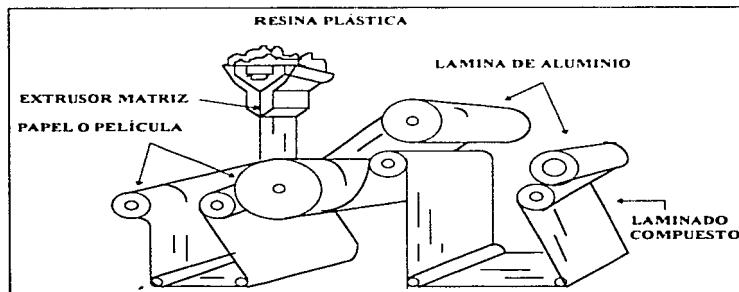


Fig. 4. Proceso de laminación por extrusión. (Ref. 13)

En el proceso de laminación por extrusión debe considerarse que el polietileno extruido no ancla en papeles satinados como glassine o cuche recubiertos o supercalandreados. El anclaje sobre papel solo se realiza sobre materiales porosos como el bond.⁽²⁰⁾

(2) LAMINACIÓN POR ADHESIVOS

El caso de las laminaciones por adhesivos se diferencia al de extrusión debido a que en lugar de utilizar un plástico fundido como agente laminante, se utiliza adhesivo.

En el caso de la película de PE, esta debe ser sometida en el proceso de fabricación de la misma a un tratamiento eléctrico (tratamiento corona), que modifique su superficie y de esta forma permita un mejor anclaje del adhesivo.¹⁷

d. TRATAMIENTOS POSTERIORES

Antes de ser utilizadas, algunas películas son sometidas a un tratamiento posterior, el cual, consiste en orientación en una o dos direcciones por estirado, eliminación de tensiones de enfriamiento, tratamiento previo a la impresión y tratamiento antiestático.

El proceso de *orientación* es indispensable cuando hay que emplear a la película como embalaje de contracción. Para esto se estira la película en dirección longitudinal, transversal o ambas a la vez y se dejan enfriar en la estructura de la película las tensiones originadas. Por un calentamiento posterior las tensiones quedan liberadas, las fuerzas de contracción producen un encogimiento de la película hasta las dimensiones previas al estirado, con lo que se reducen sus dimensiones. A esta característica de las materias termoplásticas (que solo ellas la tienen) se le llama "su memoria termoelástica" y consiste en una reorientación de las moléculas.

El estirado, eliminación de tensiones de estirado previo para la impresión provocan un efecto permanente sobre la película.

La *eliminación de la electricidad estática* sirve para anular la carga electrostática que aparece por rozamiento. Se efectúa con elementos de ionización, los cuales por acumulación de iones positivos y negativos en el aire producen una descarga y equilibrio de las cargas superficiales. Este tratamiento no tiene un efecto permanente, produciéndose una nueva carga estática en el siguiente rodillo por el que se transporta la película.¹⁷

5. FOIL DE ALUMINIO

Una considerable proporción de la producción de aluminio está destinada a la manufactura de envases, tanto los flexibles como son las charolas y cacerolas para productos alimenticios y los llamados envases rígidos como tubos para medicinas, cubetas, etc.

Este material tiene la ventaja de ser una magnífica barrera para la humedad y los gases, también presenta resistencia a los solventes, grasas, a la luz solar y a temperaturas mayores de 290° C. Es importante su inocuidad, resistencia a la corrosión y su flexibilidad.

Su capacidad de reflejar la luz y el calor radiado lo hace útil en alimentos refrigerados y congelados.

Entre sus desventajas se encuentran las siguientes: es vulnerable al rayado y la abrasión; como tiene poca resistencia a la tensión y se rasga con relativa facilidad, se lamina con papel para darle rigidez y la tensión necesaria para su manejo en máquinas de envase.

Cuando se requiere un empaque en una estructura flexible (bolsa) o como elemento de sello de garantía en la boca de un frasco, que proteja al producto de la acción total de los gases, no existe una mejor barrera que el aluminio, presentada en hojas o en "películas" llamadas también "foils".

El foil de aluminio se obtiene a través de un proceso de fundición del aluminio en base al cual se obtienen "planchas" o secciones rectangulares de aluminio, los rodillos cada vez reducen mas la distancia entre ellos logrando finalmente una lámina muy delgada del material. También existen procesos donde el aluminio es fundido y en una sección posterior a la misma maquina se va elaborando directamente la lamina de aluminio.²⁹

Tabla 5. Grosos comerciales del aluminio para empaques flexibles. (Ref. 29)

ESPESOR EN in.	ESPESOR EN mm.
0.0025	0.0063
0.0003	0.0076
0.00035	0.0089
0.0005	0.0127
0.0007	0.0178
0.0010	0.0245

Por proceso el aluminio presenta un cierto número de diminutas perforaciones conocidas como "pinholes", y que se presentan en forma inversa al espesor del foil, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 6. Pinholes. (Ref. 29)

ESPESOR EN in.	PINHOLES / pie ²	PINHOLES / m ²
0.00025	400	4300
0.0003	200	2150
0.00035	20	215
0.0005	10	107
0.0007	---	---
0.0010	---	---

APLICACIONES

El aluminio en hoja combinado con otros materiales como papel, plástico o celofán, se usa en envolturas para dulces, chocolates, cigarrillos, película fotográfica; en bolsas para café, té, sopas deshidratadas, medicinas y otros.²⁹

6. SELLADO

El cierre de un envase tiene varias funciones

- Evitar un derrame incontrolado de la mercancía
- Encargarse de la función de apertura y muchas veces de nuevo cierre
- Garantizar una protección frente a influencias de transporte, como humedad, cambio de temperatura, etc
- Soportar condiciones de presión, calor, movimiento, choque y golpes sobre el envase

Los cierres se clasifican en cierres normalizados y cierres garantizados. Un cierre normalizado puede abrirse y cerrarse de nuevo un número ilimitado de veces. Se encuentran entre ellos los cierres de presión, tracción y desplazamiento, como tapones y cierres roscados. Los cierres con garantía no pueden cerrarse de nuevo, después de abrirlos por la primera vez. En este grupo se encuentran los cierres plegados, sellados y soldados, así como los tapones corona y tapas enrolladas.¹⁷

Para provocar el proceso de soldadura se requiere el reblandecimiento del plástico hasta el intervalo termoplástico. En tal estado las macromoléculas están en condiciones de realizar un cambio de posición. Bajo la influencia de la presión de soldadura forman una unión del mismo tipo que la existente en el material de ambas piezas, logrando una masa homogénea con moléculas encadenadas entre sí.

El proceso de soldadura se efectúa por calentamiento en corriente de aire caliente, por calor de rozamiento, por impulsos térmicos, por contacto térmico y por acción de ultrasonido.

Los procedimientos más usados son los de soldadura por impulso térmico y por contacto térmico. A diferencia de otros procedimientos, la temperatura es superior en la parte exterior que en la interior del punto de soldadura. La principal diferencia entre ellos consiste en que, en el procedimiento de impulso térmico, el punto de soldadura se mantiene bajo presión al suprimir los impulsos, hasta que se produce el entriamiento y la consolidación. En el procedimiento de contacto térmico la mordaza de soldadura se abre caliente, con lo que se puede producir una deformación de la soldadura, sobre todo en películas gruesas.

La ventaja del procedimiento de soldadura por impulso térmico consiste en que se puede determinar con exactitud el tiempo de soldadura, ajustándose en forma conveniente al material que se elabora.¹⁸

MAQUINARIA

Se fabrican bolsas sencillas con películas tubulares prefabricadas mediante soldadura transversal con aparatos manuales o de mesa. La industria ofrece para eso tenazas de soldadura y pequeños aparatos. Para la producción en serie se ofrecen máquinas bolseras, con dispositivos para la aplicación de pliegues laterales y solapados, etc.

Existen además del cierre térmico (sellado térmico), otros tipos de cierres que pueden utilizarse manualmente, con equipo auxiliar o con maquinaria semiautomática. Si el producto requiere un empaque impermeable es esencial que el tipo de cierre sea térmico.⁽²⁰⁾

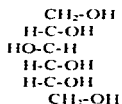
Cuando falla el sellado o se perfora el empaque se produce penetración de cualquier material extraño, por esto, el material ha de tener la suficiente resistencia mecánica como para impedir que se produzcan daños durante el procesado y manipulación posterior.⁽²¹⁾

D. CARACTERÍSTICAS DEL COMPRIMIDO A EMPACAR

Con la finalidad de mantener la calidad del comprimido es necesario conocer tanto las principales características de la materia prima, como los factores que alteran dichas características y su control.

A continuación se menciona cada componente de la formulación y la aplicación que se le da en los comprimidos.

SORBITOL



El sorbitol (C₆H₁₄O₆) tiene un punto de fusión es de 96 a 97°C, el valor calórico es de 3-4 cal /g.,⁽¹⁹⁾ su poder edulcorante es de 60 (relativo al de la sacarosa que es de 100) y por ser muy higroscópico requiere cuidados durante su procesamiento.⁽²⁰⁾

El sorbitol es un polialcohol al igual que el manitol, que por ausencia de grupos carbonilo libres no presentan reacciones de Maillard y son más estables al calor que los correspondientes mono y disacáridos.⁽²⁰⁾ Los polialcoholes son más resistentes al ataque microbiano que el azúcar y disminuyen eficientemente el *aw* debido a sus grupos hidroxilo.⁽²⁰⁾

Administrado oralmente, el sorbitol es absorbido lentamente por el tracto digestivo por lo que no eleva inmediatamente el azúcar en la sangre ni los niveles de insulina, sin embargo, no debe excederse de 50 a 80g / día, de lo contrario se obtiene un efecto laxante.⁽²⁰⁾

APLICACIÓN

El sorbitol en los comprimidos sirve para dar la forma al comprimido mediante la tableteadora e imparte el sabor dulce a la misma.

ESTEARATO DE MAGNESIO

Polvo blanco, punto de fusión 88.5°C, insoluble en agua, se descompone por disolución en ácidos.

APLICACIÓN

Tiene la función de evitar que el granulado al bajar por la tolva quede adherido en ella, en los punzones o en la matriz de la tableteadora

FOSFATO DIBÁSICO DE CALCIO

Polvo cristalino blanco, insípido, inodoro, soluble en ácidos.

COLECALCIFEROL

El colecalfiferol o vitamina D₂ es soluble en disolventes orgánicos y aceites. Es inestable al oxígeno, los ácidos y la luz. Se obtiene del aceite de higado de pescado, grasa de arenque y yema de huevo.

ÁCIDO ASCÓRBICO

El ácido ascórbico o vitamina C se presenta como cristales blancos, cuyo punto de fusión es de 192°C, soluble en agua, estable al aire cuando esta seco.⁽¹⁷⁾ Es muy sensible al oxígeno ya que se transforma en ácido dehidroascórbico, furfural y finalmente en melanoidinas que originan una coloración café u oscura. La oxidación se favorece por iones metálicos como cobre y hierro, luz, y temperaturas elevadas.⁽¹⁴⁾⁽¹⁶⁾

APLICACIÓN

Tanto el fosfato de calcio, como las vitaminas D y C se adicionaron para que el dulce contenga los elementos que protegen a los dientes de la formación de la caries.

ÁCIDO CÍTRICO

El ácido cítrico se presenta en forma de cristales incoloros, cuyo punto de fusión es de 153°C. Es incompatible con el tartrato de potasio, álcalis, carbonatos y bicarbonatos alcalinos, acetatos y sulfatos.⁽²¹⁾

APLICACIÓN

Proporciona la nota ácida necesaria en los dulces de sabores cítricos.

FOSFATO FÉRRICO

Polvo amarillento, insoluble en agua o ácido acético, soluble en ácidos minerales. Se obtiene por adición de una solución de cloruro férrico a una solución de fosfato sódico; el producto es filtrado y secado.

APLICACIÓN

Este compuesto proporciona el hierro que fortifica al dulce comprimido.

AMARILLO 5

Laca insoluble permitida para alimentos. Se colorea por dispersión. Poco compatible con el ácido cítrico en solución. Incompatible con el ácido ascórbico, lactosa, solución de glucosa al 10% y solución acuosa saturada de bicarbonato.

APLICACIONES

Se usa como colorante amarillo sintético en alimentos.⁽²⁹⁾

E. SELECCION DEL MATERIAL DE EMPAQUE

Tomando las características del producto, sus propiedades y la bibliografía se seleccionaron tres tipos de empaque que teóricamente protegen eficientemente al producto, además de presentar una forma práctica y segura para los consumidores a los que va dirigido; en este caso para los niños de edad escolar.

Tabla 7. Materiales de empaque utilizados en el ensayo.

MATERIAL DE EMPAQUE	COMPONENTES	TRANSMISION DE VAPOR DE AGUA ($g \cdot m^{-2} \cdot dia^{-1}$)
Papel encerado	Papel / cera	----
Metalizado	PPBO metalizado	1
Laminado	Celofán / PEBD (pigmentado blanco) / foil de aluminio (9.0 μm) / PEBD (termosellante)	0.64

Sin embargo, al comienzo del ensayo con el papel encerado fue necesario realizar un empaçado manual, lo que no garantizó un sellado ni condiciones higiénicas; por lo tanto se continuó el ensayo sin este material de empaque.

II. METODOLOGÍAS

Para verificar la funcionalidad del material, se determinará la vida de anaquel del producto terminado en el tiempo cero y después de una, dos y tres semanas de almacenamiento bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa; simultáneamente se determinará la vida de anaquel a temperatura ambiente en el tiempo cero y durante treinta, sesenta y noventa días como control de la prueba. Estas verificaciones se llevarán a cabo con diferentes tipos de material de empaque.

Se determinarán los parámetros de comprobación de la calidad en el comprimido en cada intervalo de tiempo. Por último se efectuará un análisis de costos sobre el producto como unidad, comparándolo con el gasto por concepto de dulces que realizan diariamente los niños a los que va dirigido el producto.

A. ACONDICIONAMIENTO DEL COMPRIMIDO EMPACADO

En las costas de la república mexicana (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Jalisco, Colima, Oaxaca, Quintana Roo, Guerrero, Chiapas) se registran humedades relativas de 70 a 80% y en algunas épocas del año temperaturas extremas de 40°C o mayores.⁽¹⁰⁾

Para conocer la funcionalidad del empaque bajo temperatura y humedad extrema, se realizó el acondicionamiento sometiendo los comprimidos empacados a condiciones de 40°C y 80%HR (clima tropical en México) y como control se tomaron los comprimidos empacados bajo condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa.

Tabla 8. Condiciones de ensayo

CONDICION	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TIEMPO DE PRUEBA (días)
1	40	80	0,7, 14, 28
2	ambiente	ambiente	0,30, 60, 90

Para lograr las condiciones de 40°C y 80%HR, se usaron desecadores con una solución saturada de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ vertida debajo de la base de porcelana y sobre ésta se colocaron los comprimidos empacados.⁽¹⁰⁾ Posteriormente se introdujeron los desecadores en una cámara con temperatura constante de 40°C.

Se verificó el porcentaje de humedad realtiva mediante un higrómetro registrándose tanto la temperatura de bulbo húmedo como la de bulbo seco, con las cuales y una carta psicrométrica se obtuvo la humedad relativa cada semana.

La temperatura de la cámara se verificaba con un termómetro de escala -10°C a 110°C cada semana.

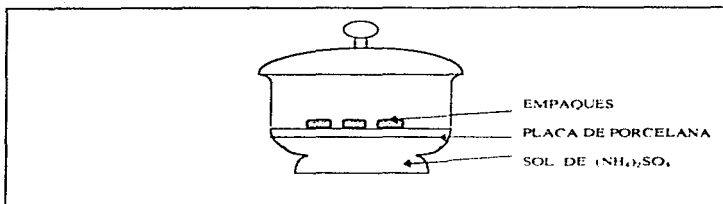


Fig. 4. Desecador con solución y muestras.

B. SELLADO TÉRMICO

Los dos materiales de empaque con los que se realizó el ensayo están formados con elementos plásticos que facilitan un sellado térmico, el cual se aplica en la fabricación de bolsas; por lo tanto el procedimiento de sellado que se usó fue el siguiente:

Se cortó el material de empaque de las siguientes medidas: 11 cm de largo x 7.5 cm de ancho (1); en seguida se desinfectó la superficie del termosellante con sol de etanol al 70%, posteriormente se realizó un primer sellado de aleta adhiriendo los lados de la laminación (2), para después sellar uno de los extremos y obtener finalmente una pequeña bolsa con un extremo abierto para introducir el producto alimenticio (3)

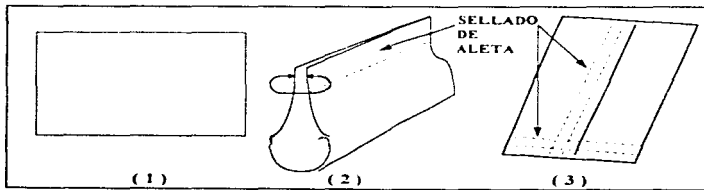


Fig. 5 Procedimiento y elaboración de bolsas selladas

MÁQUINA SELLADORA

La máquina selladora que se utilizó es modelo manual con resistencia e interruptor. Por no presentar termostato fue necesario accionar el interruptor varias veces para evitar que se quemara la resistencia, logrando un sellado por contacto térmico.

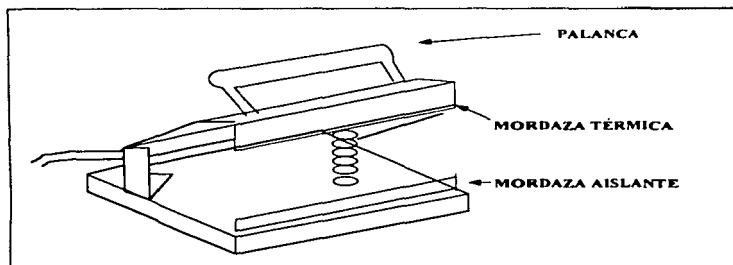


Fig. 6. Máquina selladora manual

PRUEBA DE SELLADO

Como los comprimidos están constituidos principalmente de sorbitol y se encuentran empacados en material polilaminado (celopolial), pueden ser analizados mediante la prueba de sellado para productos farmacéuticos sólidos higroscópicos en empaques laminados, que aparece en la farmacopea.⁽¹⁾

El procedimiento consistió en sumergir completamente 10 empaques en solución al 0.1% m/v de azul de metileno, contenida en un desecador de vacío, se colocó la placa de porcelana y se tapó aplicando vacío (20 min.). Se dejó entrar lentamente el aire al desecador hasta regular la presión atmosférica, se esperó un minuto y se sacaron los empaques, después se enjuagaron, secaron y revisaron. La prueba se cumple si ninguna de las unidades resulta con penetración de colorante en la bolsa contenedora del producto.

Para el empaque metalizado sólo se observó si al llenarlos con agua (10 empaques) presentaban fuga de la misma después de sellar las bolsas.

C. PARÁMETROS DE COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL COMPRIMIDO EMPACADO

Después de elegir el material de empaque es necesario comprobar la funcionalidad del mismo, para lo cual el comprimido empacado en los diferentes materiales se someterá a varios análisis basados en la farmacopea y a los que se realizan en las industrias de alimentos.

En la siguiente tabla se muestran las variantes necesarias para el producto a analizar, de acuerdo a las que se realizaron en el trabajo que procede al presente.

Tabla 9. Parámetros de calidad (Ref. 5)

1. Características físicas	a. Sensoriales	Apariencia visual Olor Textura Sabor
	b. Geométricas	Dimensiones (diámetro, corona) Uniformidad de peso
	c. Mecánicas	Resistencia a la presión Resistencia a la abrasión (friabilidad)
2. Características de estabilidad		a. Determinación de ácido ascórbico (vitamina C) como índice de destrucción de vitaminas b. Determinación de humedad
3. Características microbiológicas		Hongos, levaduras, Cuenta total

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

a. EVALUACIÓN SENSORIAL

Los dulces comprimidos empacados en el material laminado y bajo la condición 2 (temperatura y humedad ambiente en tiempos largos) se analizaron mediante una evaluación sensorial para determinar el nivel de agrado de los consumidores, que en este caso se trata de una población de $n = 34$ niños escolares entre los 10 y los 13 años de edad.

No se realizó una prueba de preferencia entre los comprimidos empacados en el material laminado y el metalizado porque éstos últimos presentaron diferencias evidentes en relación con los primeros ⁽²⁸⁾

Para la evaluación sensorial se utilizó una escala hedónica a la que se le asignaron los siguientes valores:

ESCALA HEDONICA	VALOR
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No sé	3
No me gusta	2
Sabe horrible	1

Para analizar los resultados se obtuvo el valor medio y su desviación estándar para relacionarlo con el valor total de la escala.

La desviación estándar indica la discrepancia de los consumidores respecto a la opinión mayoritaria. ⁽²⁸⁾

La apariencia y textura de los comprimidos se determinó observando la coloración y resistencia a la presión -respectivamente- de los comprimidos analizados durante los ensayos.

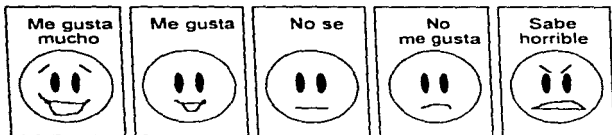
A continuación se muestra la hoja de respuesta utilizada para el estudio.

GRADO ESCOLAR _____ EDAD _____

SEXO _____ FECHA _____

INSTRUCCIONES:

Prueba las pastillas y marca la carita con la que más te identifiques



b. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

DIÁMETRO Y CORONA

Esta determinación se realizó usando un calibre vernier midiendo las dimensiones diámetro y altura máxima o corona de 20 comprimidos empacados bajo las condiciones 1 y 2.



Los resultados indican si la alimentación de la tableteadora es uniforme. En los comprimidos sin recubrir las dimensiones se mantienen sin variaciones considerables, sin embargo, después de algún tiempo pueden hacerlo por el fenómeno de histeresis.⁽¹⁵⁾

UNIFORMIDAD DE PESO

Veinte de los comprimidos empacados bajo la condición 1 y 2 se pesaron de forma individual, los resultados indican si el granulado es homogéneo en sus dimensiones.⁽¹⁵⁾ Este ensayo también sirve para corroborar la uniformidad de peso durante el empaquetado (17 comprimidos de 0.3017 g) logrando dosificar cada empaque individual con un contenido neto de 5 g.

c. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

ENSAYO POR PRESIÓN

En el ensayo por presión se mide la resistencia a la ruptura por la carga radial mínima necesaria para partir el comprimido. Se utilizó un medidor de resistencia a la rotura, registrando el valor en Kg/cm² siendo ideal un resultado de 5 a 7 Kg/cm².⁽¹⁵⁾

Se tomó una muestra de 20 comprimidos tanto para la condición 1 como para la 2.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Se mide la resistencia de los comprimidos a los choques entre sí y/o contra superficies más o menos duras.⁽¹⁵⁾

Los comprimidos empacados bajo las condiciones 1 y 2 (6 g) se cepillaron antes de ser pesados y se sometieron a rodado y caída libre en un friabilizador (25 rpm, 4 min.)

Después se volvieron a cepillar y se pesaron, la pérdida de sustancia se registra en porcentaje, siendo satisfactorio si es igual o inferior al 0.8%¹¹⁷.

Por medio de esta determinación se conoce en forma aproximada las pérdidas de los comprimidos durante la producción, empaqueo, transporte y venta.

2. CARACTERÍSTICAS DE ESTABILIDAD

a. DETERMINACIÓN DEL ACIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

El procedimiento para la determinación de ácido ascórbico se realizó para las dos condiciones de prueba y por duplicado titulando la muestra tratada de acuerdo a la metodología planteada en el manual de prácticas de laboratorio de nutrición y mediante una solución colorida de indotlenol (dicloro fenol indofenol).

La vitamina C tiene la propiedad de decolorar el indofenol (colorante azul), la cantidad decolorada es proporcional a la cantidad de vitamina C presente.¹¹⁸

El resultado se registra como miligramos de vitamina C por cada 100 gramos de muestra.

El índice de destrucción de las vitaminas es representado por la disminución de la vitamina C, ya que es la vitamina más labil al oxígeno, luz, calor y iones metálicos. La destrucción de la vitamina C sirve para observar la estabilidad de las vitaminas en el comprimido empacado bajo las condiciones de tiempo, temperatura y porcentaje de humedad relativa a las que se sometió el producto. Esto permitirá conocer la eficiencia del empaque ante dichas condiciones.

b. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

MÉTODO RÁPIDO DE TERMOBALANZA

El método de medición de humedad por termobalanza no es muy exacto, sin embargo se recomienda para la determinación de humedad en alimentos sólidos como frutas secas, granos, harinas o pastas¹¹², dichos alimentos son de bajo Δ_c , lo mismo que el comprimido objeto del ensayo. La humedad es tomada como la pérdida de peso al secado, usando un instrumento de humedad, el cual emplea una balanza sensible para pesar la muestra y una lámpara infrarroja para secar¹¹².

En el platillo de aluminio de la termobalanza (OHAUS MB200) se colocaron 5 g. de muestra pulverizada, se bajó la tapa y se seleccionó la temperatura y el tiempo de la prueba (48°C-25min.) La balanza registró los cambios de peso y de humedad en porcentaje.

La temperatura del ensayo se encuentra debajo del punto de fusión del comprimido (50-60°C).

3. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El comprimido es un producto de baja actividad acuosa por lo que no representa un riesgo a la salud, sin embargo, se realizó el análisis microbiológico para asegurar al consumidor que:

- El procedimiento de elaboración y manipulación tanto de las materias primas como del producto terminado se realizaron con buenas prácticas de higiene.
- El material de empaque no contiene microorganismos patógenos que puedan introducir un riesgo para el consumidor o sean microorganismos causantes de alteraciones.

Se considera que el material plástico es más higiénico que los materiales derivados de la madera como el papel, ya que la mayoría de los plásticos no son degradables por la acción microbiiana.

Por medio de este análisis se determinaron hongos, levaduras y cuenta total con los medios de cultivo y el procedimiento que se muestra en la siguiente figura

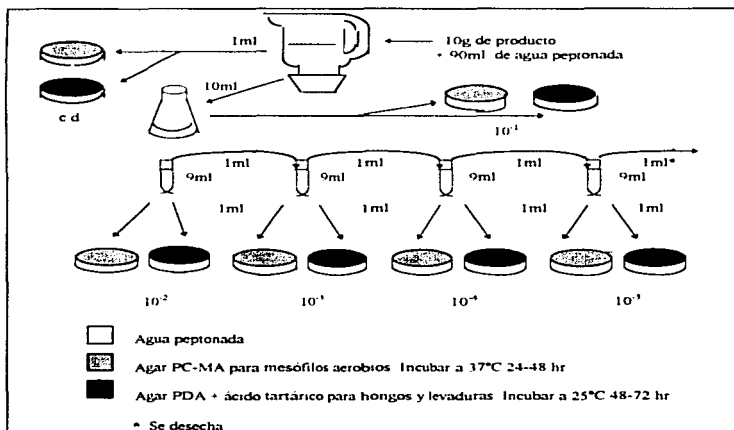


Fig. 7. Análisis microbiológico (Ref. 9)

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. ACONDICIONAMIENTO DE LOS COMPRIMIDOS EMPACADOS

Después de registrar los resultados de humedad relativa y temperatura bajo la condición 1 se obtuvieron los siguientes valores: 40 C a 41 C y 78 % a 80 %HR.

B. PRUEBA DE SELLADO

TIPO DE EMPAQUE	EMPAQUES CON SOLUCIÓN COLORIDA	EMPAQUES CON FUGA DE AGUA
Laminado	0	---
Metalizado	---	0

Tabla 10. Comprobación de sellado

Como se observa en los resultados las diez muestras de empaque laminado no presentaron penetración de solución colorida y las diez muestras de empaque metalizado no presentaron fuga de agua, esto indica que la integridad del comprimido se asegura al realizar un sellado hermético.

C. PARÁMETROS DE COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL COMPRIMIDO EMPACADO

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Se obtuvieron dulces tableteados con sabor característico a naranja, olor normal y color anaranjado con presencia de moteados deseados para evitar que los comprimidos tuvieran la apariencia de medicamentos.

La coloración fue oscureciéndose conforme se incrementó el tiempo sobre todo en los comprimidos con material metalizado y bajo la condición 1, hasta tornarse café. Este fenómeno ocurrió en los comprimidos sometidos a la condición 2 pero de manera menos intensa en los empacados con material laminado, tal vez sea por esta razón que los niños continuaron aceptando los dulces hasta el final de la prueba.

a. EVALUACIÓN SENSORIAL

EVALUACIÓN SENSORIAL (empaque laminado)

ESCALA HEDÓNICA (VALOR)	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Me gusta mucho (5)	11	14	12	11
Me gusta (4)	21	15	13	14
No se (3)	0	1	3	2
No me gusta (2)	1	2	1	3
Sabe horrible (1)	1	2	1	2

Tabla 11. Evaluación sensorial realizada a niños del Colegio Franco Inglés

EVALUACIÓN SENSORIAL (ESCALA HEDÓNICA)

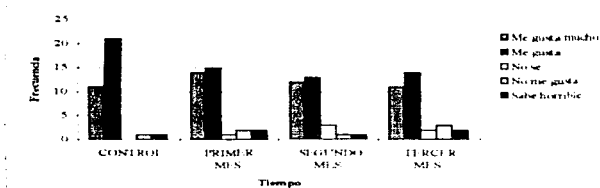


Gráfico 1. Evaluación sensorial (escala hedónica)

RESULTADOS ESTADÍSTICOS

PARAMETROS ESTADÍSTICOS	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
n	34	34	30	32
$\sum x$	142	139	124	125
$\sum x^2$	616	609	540	531
\bar{x}	4.1764	4.0882	4.1333	3.9062
s	0.8337	1.1110	0.9732	1.1738

Tabla 12. Resultados estadísticos

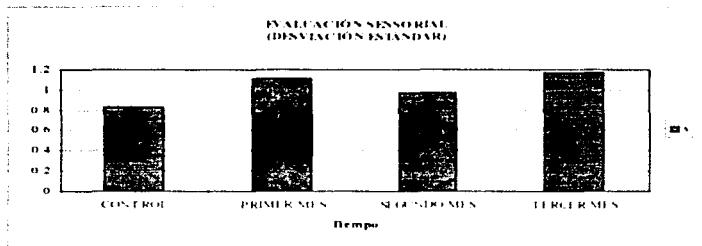


Gráfico 2. Evaluación sensorial (desviación estándar)

En la evaluación sensorial los comprimidos con el empaque laminado obtuvieron una calificación promedio de 4.072 (en escala de 1 a 5) y una desviación estándar de 1.17 (valor máximo), lo que demuestra que fueron del gusto de los niños en las cuatro evaluaciones, es decir, durante los tres meses que duró la prueba.

b. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

DIÁMETRO Y CORONA

DIÁMETRO BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80%HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Metalizado	9.0255mm	9.0825mm	9.1555mm	9.1860mm
Laminado	9.0255mm	9.0205mm	9.0315mm	9.0250mm

Tabla 13. Diámetro, condición 1

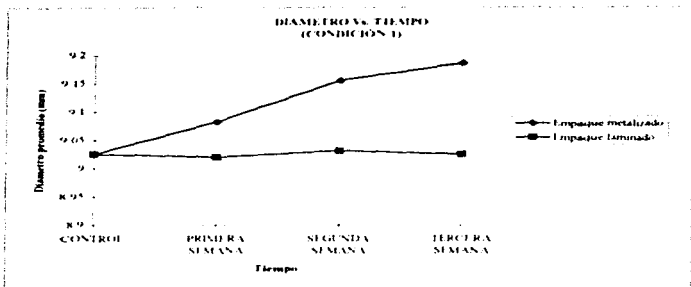


Gráfico 3. Diámetro, condición 1

**DIÁMETRO BAJO CONDICIÓN 2
(temperatura y HR ambiente)**

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Metalizado	9.0255mm	9.0850mm	9.1200mm	9.1450mm
Laminado	9.0255mm	9.0455mm	9.0485mm	9.0385mm

Tabla 14. Diámetro, condición 2 (valores promedio)

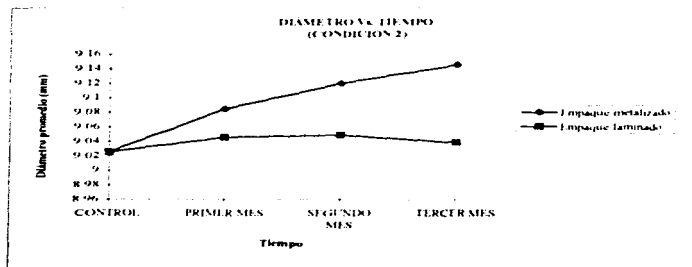


Gráfico 4. Diámetro, condición 2

CORONA BAJO CONDICIÓN 1
(40°C - 80%HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Metalizado	4 074mm	4 133mm	4 170mm	4 200mm
Laminado	4 074mm	4 083mm	4 096mm	4 091mm

Tabla 15. Corona, condición 1

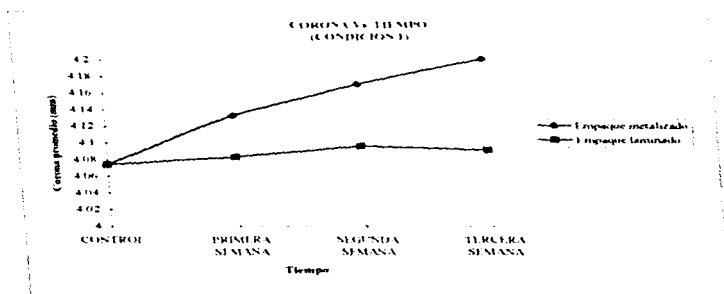


Gráfico 4. Corona, condición 1

CORONA BAJO CONDICIÓN 2
(temperatura y HR ambiente)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Metalizado	4 074	4 100	4 106	4 100
Laminado	4 074	4 080	4 085	4 075

Tabla 16. Corona, condición 2

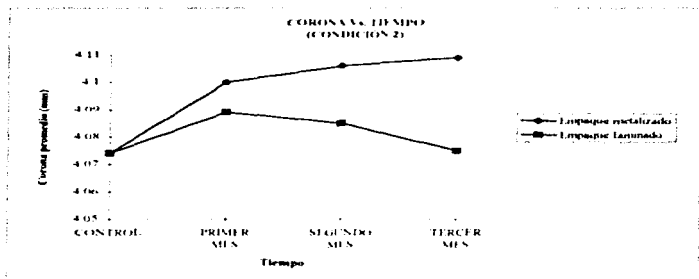


Gráfico 5. Corona, condición 2

Los comprimidos presentan un incremento muy leve en las dimensiones (diámetro y corona) el cual puede deberse a la absorción de humedad de la tableta. Este fenómeno es más visible en los comprimidos empacados bajo la condición 1 y en el empaque metalizado; sin embargo las variaciones no se consideran significativas.

UNIFORMIDAD DE PESO

RESULTADO UNIFORMIDAD DE PESO BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80% HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Metalizado	0.3016 g	0.3067 g	0.3110 g	0.3147 g
Laminado	0.3016 g	0.3029 g	0.3021 g	0.3038 g

Tabla 17 Uniformidad de peso, condición 1

ESTA TESIS NO DEBE
 SER DE LA BIBLIOTECA

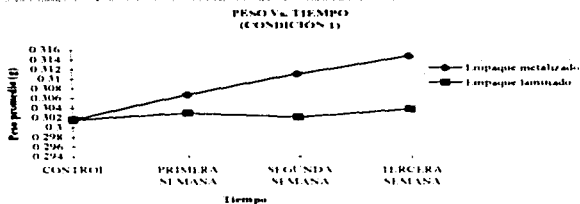


Gráfico 6. Uniformidad de peso, condición 1

**RESULTADO UNIFORMIDAD DE PESO BAJO CONDICIÓN 2
 (temperatura y HR ambiente)**

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Metalizado	0.3016 g	0.3021 g	0.3027 g	0.3031 g
Laminado	0.3016 g	0.3019 g	0.3017 g	0.3018 g

Tabla 18. Uniformidad de peso, condición 2

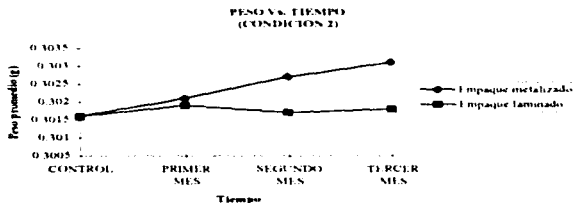


Gráfico 7. Uniformidad de peso, condición 2

El leve incremento de peso en los comprimidos empacados en el material metalizado y que fueron sometidos a la condición 1 se debe al vapor de agua que absorvieron las tabletas. En los comprimidos sometidos a la condición 2 también ocurre un leve incremento de peso pero más lentamente. Los comprimidos empacados en el material laminado mantienen su peso sin variaciones.

c. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

ENSAYO POR PRESIÓN

RESISTENCIA A LA PRESIÓN BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80%HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Metalizado	8.35 Kg/cm ²	8.05 Kg/cm ²	5.17 Kg/cm ²	---
Laminado	8.35 Kg/cm ²	9.11 Kg/cm ²	10.05 Kg/cm ²	9.98 Kg/cm ²

Tabla 19. Presión, condición 1

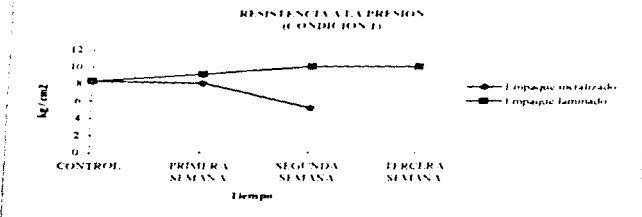


Gráfico 8. Presión, condición 1

RESISTENCIA A LA PRESIÓN BAJO CONDICIÓN 2 (temperatura y HR ambiente)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Metalizado	8.35 Kg/cm ²	8.25 Kg/cm ²	7.89 Kg/cm ²	7.55 Kg/cm ²
Laminado	8.35 Kg/cm ²	8.70 Kg/cm ²	9.43 Kg/cm ²	10.03 Kg/cm ²

Tabla 20. Presión, condición 2

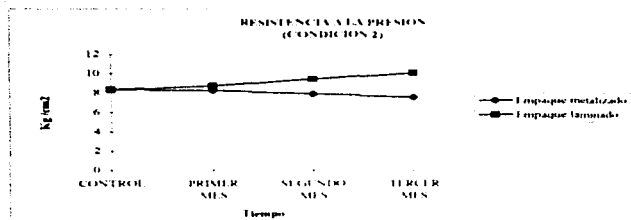


Gráfico 9. Presion, condicion 2

El mismo vapor de agua que penetra en el empaque metalizado y que es absorbido por el sorbitol de los comprimidos provoca el reblandecimiento de las tabletas, disminuyendo la resistencia de las mismas a la presión conforme se incrementa el tiempo hasta que ocurrió el desmoronamiento de la tableta en la tercera semana de prueba inhabilitando el ensayo con los comprimidos que fueron sometidos a la condición 1, mientras que en los comprimidos empacados con el material laminado la resistencia a la presión se mantiene casi constante, lo que indica que no hay absorción de humedad considerable.

Aunque la resistencia a la presión es mayor a la ideal, no hubo problemas para que los niños masticaran los comprimidos.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80%HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Metalizado	0.44 %F	0.26 %oF	0.23 %oF	0.26 %oF
Laminado	0.44 %F	0.49 %oF	0.48 %oF	0.32 %oF

Tabla 21. % F = Porcentaje de Fractura, condicion 1

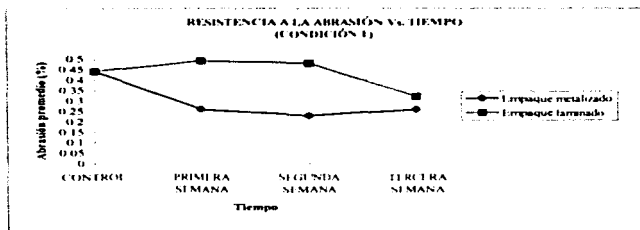


Gráfico 10. Porcentaje de friabilidad, condición 1.

**PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN BAJO CONDICIÓN 2
(temperatura y HR ambiente)**

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Metalizado	0.44 %F	0.39 %F	0.33 %F	0.28 %F
Laminado	0.44 %F	0.45 %F	0.49 %F	0.58 %F

Tabla 27. % F = Porcentaje de friabilidad, condición 2.

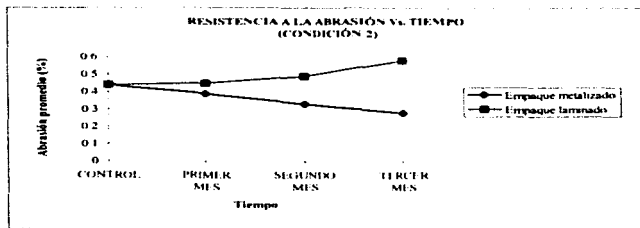


Gráfico 11. Porcentaje de friabilidad, condición 2.

Se considera satisfactorio que en esta determinación se obtenga un porcentaje de friabilidad igual o inferior a 0.8%; sin embargo, en los comprimidos empacados en el material metalizado y que fueron sometidos a la condición 1 el porcentaje de friabilidad disminuye conforme pasa el tiempo debido a que al absorber humedad pierden menos materia que en condiciones ambientales, como se observa en los comprimidos empacados tanto en el material laminado como en el metalizado; en donde además se observa poca variación a lo largo de la prueba. En los comprimidos empacados en el material laminado y sometidos a la condición 1 se observa un ligero aumento en el porcentaje de friabilidad, ya que, al researse la tableta se hace más frágil perdiendo más materia.

2. CARACTERÍSTICAS DE ESTABILIDAD

a. DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO

CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80%HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
	mg de ácido ascórbico	100 g de muestra		
Metalizado	924.60	856.12	819.41	795.70
Laminado	924.60	845.70	826.10	790.10

Tabla 23. Concentración de vitamina C, condición 1

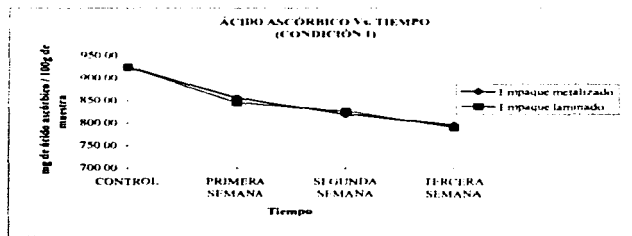


Gráfico 12. Concentración de vitamina C, condición 1.

**CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO BAJO CONDICIÓN 2
(temperatura y HR ambiente)**

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
	mg de ácido ascórbico		100 g de muestra	
Metalizado	924.60	920.5	917.3	908.5
Laminado	924.60	924.1	923.1	913.1

Tabla 24 Concentración de vitamina C, condición 2

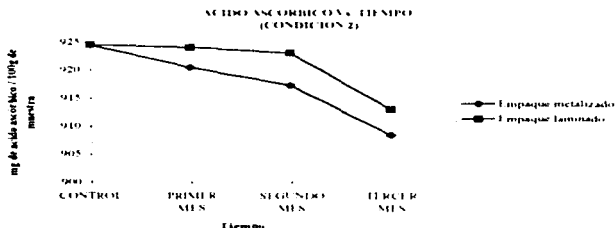


Gráfico 13: Concentración de vitamina C, condición 2

El oxígeno presente en el medio interno y externo interactúa con los comprimidos provocando la oxidación del ácido ascórbico y disminuye la concentración del mismo. Se considera que la acción del oxígeno se vio acelerada por la temperatura de la condición 1, mientras que a la temperatura y humedad relativa ambiente la destrucción de la vitamina C es menos severa en ambos empaques.

A los noventa días de iniciada la prueba a temperatura y humedad relativa ambiente los comprimidos empacados (presentación de 5g) aun contienen la concentración de vitamina C dentro de los requerimientos diarios recomendados para los consumidores a los que van dirigidos (45mg) tanto para el empaque laminado como el metalizado.

b. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

PORCENTAJE DE HUMEDAD BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80%HR)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Metalizado	0.4 %aH	0.9 %aH	2.0 %aH	2.4 %aH
Laminado	0.4 %aH	0.4 %aH	0.4 %aH	0.5 %aH

Tabla 25 %aH - Porcentaje de humedad, condición 1

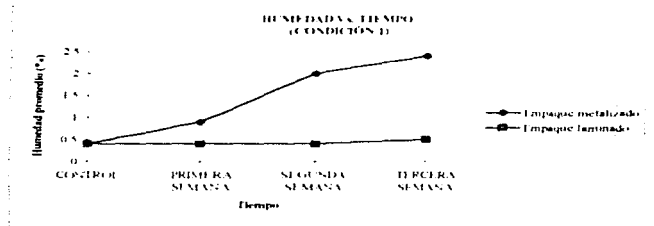


Gráfico 14 - Porcentaje de humedad, condición 1

PORCENTAJE DE HUMEDAD BAJO CONDICIÓN 2 (temperatura y HR ambiente)

TIPO DE EMPAQUE	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Metalizado	0.4 %aH	0.55 %aH	0.6 %aH	0.65 %aH
Laminado	0.4 %aH	0.4 %aH	0.4 %aH	0.5 %aH

Tabla 26 %aH - Porcentaje de humedad, condición 2

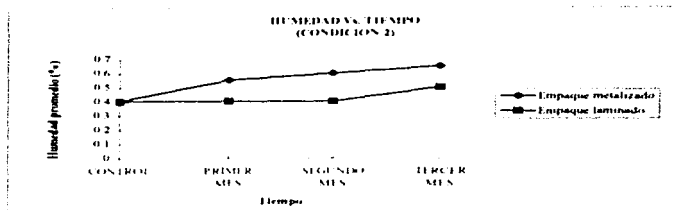


Gráfico 15. Porcentaje de humedad, condición 2

El incremento del porcentaje de humedad en los comprimidos empacados en el material metalizado es mucho mayor bajo la condición 1 que a temperatura y humedad relativa ambiente, mientras que el porcentaje de humedad de los comprimidos contenidos en el empaque laminado permanece casi constante tanto bajo la condición 1 como en la 2. Esto refleja que el material metalizado presenta mayor permeabilidad al vapor de agua que el laminado.

3. CARACTERÍSTICA MICROBIOLÓGICA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO BAJO CONDICIÓN 1 (40°C - 80%HR)

	CONTROL	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA
Empaque metalizado	21 UFC/g	22 UFC/g	22 UFC/g	23 UFC/g
Empaque laminado	21 UFC/g	21 UFC/g	22 UFC/g	22 UFC/g

Tabla 27. Análisis microbiológico, condición 1

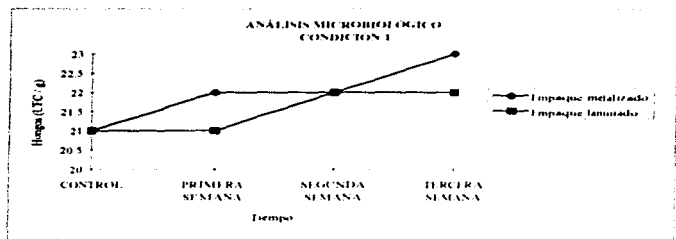


Gráfico 16. Análisis microbiológico, condición 1

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO BAJO CONDICIÓN 2
(temperatura y HR ambiente)**

	CONTROL	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES
Empaque metalizado	21 UFC/g	27 UFC/g	25 UFC/g	26 UFC/g
Empaque laminado	21 UFC/g	23 UFC/g	24 UFC/g	22 UFC/g

Tabla 28. Análisis microbiológico, condición 2

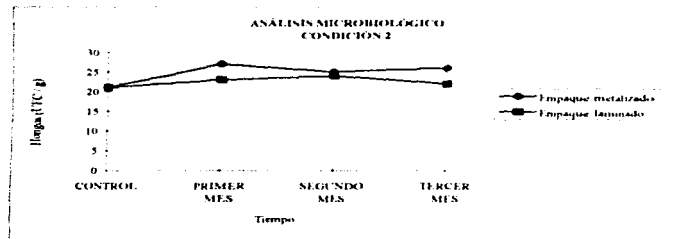


Gráfico 17. Análisis microbiológico, condición 2.

Por la baja actividad acuosa de los comprimidos éstos solo presentan pocas colonias de hongos a 40°C y 80%HR al igual que a temperatura y humedad relativa ambiente; sin embargo, no representan riesgo a la salud del consumidor

D. COSTO POR UNIDAD DE EMPAQUE

Material Celopolial
Composicion del material

COMPONENTES	(g / m ²)
Celofan	36.0 * 2.9
(Tintas)	3.0 * 1.0
Primer	0.8 * 0.2
PEBD (pigmentado blanco)	12.0 * 1.5
AL (9.0mm)	24.0 * 2.4
Primer	0.8 * 0.2
PEBD (termosellante)	24.0 * 2.4

Tabla 30 Componentes del celopolial (Ref. 19)

Costo del empaque (Celopolial) por unidad en presentación de 5g \$ = 0.06

E. COSTO DEL PRODUCTO POR Kg

INGREDIENTES	COSTO POR Kg \$	GRAMOS NECESARIO SPOR Kg DE DULCE	COSTO POR Kg DE DULCE \$
Sorbitol	31.05	906.00	28.13
Estearato de magnesio	33.35	29.00	0.97
Acido ascorbico	235.75	9.00	2.12
Acido citrico	28.52	9.00	0.26
Vitamina D ₂	2464.00	2.00	4.93
Fosfato ferrico	298.12	2.70	0.80
Fosfato dicalcico	1490.62	18.00	26.83
Saborizante artificial	97.75	22.00	2.15
Colorante artificial	2970.00	1.00	2.97
Costo por Kg de producto			69.16
Costo de empaque por Kg de producto terminado			11.34
Mano de obra			7.86
Energia (1.47 kwatt)			5.88
Costo total			94.24*

Costo del producto por unidad (presentación de 5g) \$ 0.47

Costo de venta (presentación de 5g) \$ 1.05

* Costos calculados en agosto de 1996

F. ANÁLISIS DE COSTOS

El siguiente análisis pretende ser una estimación aproximada de los costos para suponer la factibilidad de la compra

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Material directo	\$ 69 16	
Costo de trabajo directo	\$ 7 86	
Costos directo primo	\$ 77 02	
Material de empaque	\$ 11 34	
Energía eléctrica	\$ 5 88	
Gastos indirectos	\$ 17 22	
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 94 24	
+ COSTO DE DISTRIBUCIÓN	\$ 9 42	10% S/ Costo de producción
	\$ 103 66	
+ COSTO FINANCIERO	\$ 2 83	3% S/ Costo de producción
	\$ 106 49	
+ COSTOS DE ADMINISTRACIÓN	\$ 6 60	7% S/ Costo de producción
	\$ 113 09	
+ OTROS GASTOS	\$ 1 88	2% S/ Costo de producción
	\$ 114 97	
+ REPARTO DE UTILIDADES A TRABAJADORES	\$ 10 36	10% S/ Costos de distribución
	\$ 125 33	
+ IMPUESTO SOBRE LA RENTA	\$ 29 76	= 200 - 114 95 = 85 03 x 35%
COSTO TOTAL	\$ 155 09	

$$200 - 155 09 = 44 91$$

$$44 91 / 200 = 0 2245$$

$$\text{MARGEN DE UTILIDAD}^{(20)} = 0,2245 \times 100 = 22,45\%*$$

* Margen de utilidad calculado en agosto de 1996

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Se realizó una encuesta entre los consumidores (niños escolares) para conocer el gasto diario por concepto de dulces. El resultado se comparó con el costo total del comprimido, lo que refleja si el producto se encuentra dentro del presupuesto del consumidor. La encuesta se realizó anexando a la última evaluación sensorial la siguiente pregunta como hoja aparte:

¿ Cuánto gastas diariamente en dulces ?
 \$ _____

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla

GASTO DIARIO POR CONSUMO DE DULCES

GASTO \$	0,50	0,60	1,00	1,20	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	10,0
FRECUENCIA	2	1	6	1	1	3	2	5	1	4	4	2

Tabla 29. Gasto diario por consumo de dulces *

* Encuesta realizada en agosto de 1996.

GASTO DIARIO POR CONSUMO DE DULCES

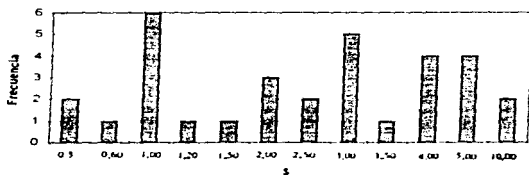


Gráfico 18. Gasto diario por consumo de dulces *

El costo del producto en presentación de 5g es de \$ 1,00, este precio es accesible para los niños que gastan en promedio al día \$ 3,00

CONCLUSIONES

Generalmente los materiales plásticos no presentan las propiedades de permeabilidad que el vidrio o el metal, sin embargo, los empaques laminados son una buena opción para productos higroscópicos como en el caso del dulce comprimido de bajo potencial cariogénico, el cual mantuvo estable el contenido de humedad de los comprimidos empacados en el laminado tanto a condiciones ambientales como bajo condiciones de clima tropical.

Con el empaque metalizado el vapor de agua que penetra provoca cambios en la calidad del comprimido (sobre todo a 40 °C y 80%HR) que se reflejan en los resultados de determinaciones como las características geométricas (dimensiones y peso), sensoriales (textura) y las características mecánicas (ensayo por presión y friabilidad). Dentro de estas últimas el ensayo por presión demuestra que el material metalizado no es el adecuado para los comprimidos si se pretende comercializarlos al interior de la república, específicamente a lugares con clima extremo, donde pierden su resistencia a la presión.

Tanto el empaque laminado como el metalizado son permeables al oxígeno, lo que no garantiza la estabilidad de la vitamina C ni la cantidad mínima del requerimiento diario recomendado de la misma después de tres meses de almacenamiento a temperatura y humedad relativa ambiente, sin embargo, se puede incrementar el contenido de ácido ascórbico de tal manera que se tenga presente a la concentración mínima requerida para los niños por más tiempo.

El oscurecimiento de las tabletas puede ser producto de la oxidación de componentes como aceites que provengan del saborizante o de alguna otra reacción química en presencia de oxígeno y que además se vea catalizada por altas temperaturas.

Lo anterior explica porque los comprimidos empacados en el material metalizado y sometidos a condiciones tropicales presentaron un oscurecimiento más rápido e intenso que en el caso de los empacados en el material laminado.

Tomando en cuenta que la permeabilidad al vapor de agua y al oxígeno son factores determinantes para el mantenimiento de las características de calidad del dulce tableteado, se puede concluir que el empaque adecuado al comprimido es aquel que tiene menor permeabilidad a los factores antes mencionados y que logra mantener las especificaciones de calidad de los comprimidos durante el tiempo, temperatura y humedad determinados al principio del ensayo. En este caso es el empaque laminado el que logra cumplir con los requisitos, mientras que el material metalizado no logra mantener las especificaciones de calidad del comprimido.

Se propone para un estudio futuro la búsqueda de las causas que originan el oscurecimiento del producto así como los medios para prevenir dicha reacción. Además de realizar un nuevo estudio de empaque para lograr su comercialización.

Aunque el método de sellado se realizó manualmente es posible utilizar maquinaria que automáticamente selle las bolsas, con lo que se ahorraría tiempo y dinero

Ambos empaques se consideran seguros microbiológicamente, ya que, no introdujeron microorganismos patógenos

El reciclado del empaque laminado (celopolial) resulta complejo, ya que, por tratarse de un empaque compuesto por varios materiales es necesario separarlos para lograr reutilizarlos

BIBLIOGRAFÍA

1. AMEE *Reciclado del empaque en México* Boletín AMEE, México, noviembre-diciembre, 1995, año 2, No 14
2. Badui, D Salvador. *Diccionario de tecnología de los alimentos*, Alhambra Mexicana, 1988
3. Briston, John H *Plastics films* England, Longman scientific and technical, 1990, pp 119, 120
4. Castillo C M Herminia, Tesis *Estudio de la estabilidad con respecto a la humedad de un producto multivitamínico liofilizado*, Fac de química, UNAM, 1966
5. Contreras, M Ma Adriana Tesis *Desarrollo de un dulce de bajo potencial cariogénico*, Fac de química, UNAM, 1994
6. Davidek, J Velisek, J Pokorny, J *Chemical changes during food processing* Avicenum, Elsevier Science Publishers, Czechoslovak Medical Press, 1990
7. Del Rio G, Cristobal, *Costos I- Introducción al estudio de la contabilidad y control de los costos industriales*, Contaduría y Administración, UNAM, sexta edición, 1974
8. División de Ingeniería Depto de Alimentos y Biotecnología Manual de Prácticas de laboratorio Nutrición *Determinación de vitamina C*, Fac de química, México, pp 34-36
9. Departamento de Biología Prácticas de microbiología de alimentos *Determinación de cuenta total, hongos y levaduras*, Fac de química, México
10. DGNSPFI, NOM - EE -58 -1970, *Envase y embalaje - Acondicionamiento para pruebas*.
11. DGNSPFI, NOM - EE -136-1982, *Envase y embalaje - Plásticos - terminología*
12. DGNSPFI, NOM - F - 428 - 1982; *Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza*.
13. Fernandez, O, Eduardo Tesis *La industria mexicana de materiales para empaque*, Fac de química, UNAM, 1969
14. Heiss, R *Principios del envasado de los alimentos* Zaragoza, Acribia, 1970, pp 52-68, 177, 178
15. Helman, H, *Farmacotecnia teórica y práctica*, Compañía editorial continental, México, 1981, pp 1742-1755
16. Hui, Y H *Encyclopedia of food science and technology* USA, John Wiley & sons, 1992
17. I. C M S F, *Ecología microbiana de los alimentos*, Acribia, Zaragoza, 1980, pp 85, 87, 202-206, 829
18. IMPI, S C *Anuario estadístico del plástico*, México, 1990, pp 187-195, 263-278, 287-293
19. Kraft, General Foods, *Especificaciones de materiales de empaque*, Planta Pino, México
20. Kuhne, Gunther *Envases y embalajes de plástico* Barcelona, Gustavo Gili, 1976, pp 18-22, 43-48, 51, 52, 168-170, 220

- 21 Legorreta, Ma del Rosario *Primer seminario de la industria alimentaria* México, Comité consultivo nacional de normalización de envase y embalaje, pp 41-49, 59, 217
- 22 Macrae, R Robinson, R K Sadler, M J *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition* London, Academic Press, 1993
- 23 Merck and co. *The Merck index of chemicals and drugs*, Inc USA, 1960
- 24 Merck, D-61 Darmstadt, *Folletos*, R F Alemania
- 25 Multon, J L, Lapatre, F Y *Aditivos y auxiliares de fabricación en industrias agro-alimentarias* Zaragoza, Acribia, 1988, pp 206, 207
- 26 O'Brien N, Lyn *Alternative Sweeteners* New York, Marcel Dekker, 1991, pp 333-347
- 27 Robertson, G L. *Food packaging, principles and practice* San Diego, Cal, Marcel Dekker, Inc, 1993, pp 338-340
- 28 Pedrero F, D1, Pangburn R M, *Evaluación sensorial de los alimentos*, Alhambra, Mexico, 1989, pp 26, 106-107
- 29 Rodriguez T, J Antonio *Introducción a la ingeniería de Empaques* Mexico, Productos de Maiz, 199
- 30 Secretaria de Recursos Hidráulicos, *Atlas de agua de la República Mexicana*, 1976
- 31 Secretaria de Salud CPFEUM *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos*, MGA 0486 hermeticidad, Sexta edición, Mexico, 1994
- 32 Urrutia G, Adriana Tesis *Aportación al estudio de las características toxicológicas de los envases plásticos*, Fac de química, UNAM, 1982

GLOSARIO

ACRO-OSTEOLISIS Pérdida de sustancia ósea, que aparece esencialmente en los extremos de las falanges de los dedos o puede o no acompañarse de desórdenes circulatorios o cutáneos de las extremidades

ACONDICIONAMIENTO Control de un medio determinado, para obtener la reproducibilidad de datos obtenidos en las pruebas realizadas a envases y embalajes

LAMINACIÓN Proceso mediante el cual se adhiere entre si, dos o mas capas de uno o varios materiales, mediante el uso de presión, calor, adhesivos, etc

MONÓMERO Molécula con grupos funcionales que permiten combinarse con otras moléculas semejantes para formar compuestos de alto peso molecular

PELÍCULA PLÁSTICA Es aquella cuyo espesor es mayor o igual de 0.076mm (0.003 in) y menor o igual de 0.254 mm (0.010 in)

POLÍMERO Compuesto formado por la reacción de moléculas simples llamadas monómeros, formando estructuras de gran peso molecular

SELLADORA Equipo utilizado para cerrar los envases fabricados a partir de materiales flexibles

SELLADO DE ALETA Consiste en adherir los extremos de dos películas plásticas, una contra la otra

SELLADO DE TRASLAPE Es el que se efectúa entre una área interior y otra exterior del material, por medio de la superposición de uno de los extremos, sobre el otro

TERMOPLÁSTICO Material con un punto de fusión menor a su temperatura de descomposición, propiedad que le permite ser fundido y moldeado un número indefinido de veces

TERMOFIJO Material con un punto de fusión superior a su temperatura de descomposición, propiedad que le permite ser moldeado y solidificado una sola vez