



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:

**"CRITERIOS SOBRE LAS CARACTERISTICAS DE SELLADO
DE LAS BOLSAS EN SISTEMAS ASEPTICOS"**

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
JAIME GERARDO DE LA CERDA CHAVEZ**

ASESOR: I.B.Q. J. JAIME FLORES MINUTTI

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO,

2001



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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA 14
MEXICO

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Envase y Embalaje de Alimentos: Criterio sobre las características de sellado
de las bolsas en sistemas asépticos.

que presenta el pasante: Jaime Gerardo de la Cerda Chávez

con número de cuenta: 7504928-1 para obtener el título de :

Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de octubre de 2003.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>III</u>	<u>I.B.Q. J. Jaime Flores Minutti</u>	
<u>I</u>	<u>I.A. Rosalía Melendez Pérez</u>	
<u>III</u>	<u>I.A. Alfredo Alvarez Cárdenas</u>	

DEDICATORIA:

A mi madre:

A tu memoria Betty †, donde quiera que te encuentres gracias por la vida, tu inmenso amor, tus enseñanzas y todo lo que implica haber sido tu hijo.

A mis hijos:

A Flor, Diana y Benjamín, porque son una parte esencial de mi vida y una gran motivación para siempre seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS:

A mi padre:

Por el amor, constancia y apoyo que siempre me has brindado.

A Consuelo:

Porque me has permitido estar contigo, me has apoyado, ayudado a finalizar este proyecto y lo más importante porque te amo.

A mis hermanos:

A Raúl, Tomás, Alma y Claudia, gracias por su amor y comprensión.

A mis amigos:

A mi prima Beatriz, a Marco, Joel y Manolo, gracias por su amistad.

A los profesores FES Cuautitlán:

A todos Sinodales y en particular a Jaime, Rosalía y Alfredo por su tiempo y conocimientos para concluir este trabajo.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO	3
CAPITULO I	
1.1 CUADRO METODOLOGICO	4
1.2 CUADRO DESCRIPCIÓN METODOLOGICO	5
CAPITULO II	
2.1 ANTECEDENTES	7
2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PROCESAMIENTO ASÉPTICO	10
2.3 DESARROLLO HISTÓRICO	12
2.4 PRINCIPIOS DE ESTERILIZACIÓN	13
2.5 ESTERILIZACIÓN ANTES DE LA PRODUCCIÓN	16
2.5.1 Control de flujo	
2.5.2 Producción de calor	
2.5.2.1 Intercambiadores de calor indirectos	
2.5.2.2 Intercambiadores de calor directos	

2.6	REQUERIMIENTOS DE ENVASADO ASÉPTICO	19
2.7	ESTERILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL ALIMENTO EN MATERIALES DE ENVASE	20
2.7.1	Reducción de cuenta requerida	
2.7.2	Radiación	
2.7.2.1	Radiación U.V.	
2.7.2.2	Radiación infrarroja	
2.7.2.3	Radiación de ionización	
2.7.3	Calor	
2.7.3.1	Vapor saturado	
2.7.3.2	Vapor sobrecalentado	
2.7.3.3	Aire caliente	
2.7.3.4	Aire caliente vapor	
2.7.3.5	Extrusión	
2.7.4	Tratamientos químicos	
2.7.4.1	Peróxido de hidrogeno	
2.7.4.2	Acido periacético	
2.7.4.3	Oxido de etileno	
2.7.5	Verificación del proceso de esterilización	
2.8	ZONAS ASÉPTICAS	34
2.9	SISTEMAS DE ENVASADO ASÉPTICO	35
2.10	SISTEMA BAG-IN-BOX	38
2.11	PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA BOLSA DEL SISTEMA BAG-IN-BOX	47
2.11.1	Bolsa	
2.11.2	Materiales de envasado aséptico	

2.11.3	Estructura y composición del envase	
2.12	POLIMEROS UTILIZADOS EN EL SELLADO DEL SISTEMA BAG-IN-BOX	52
2.12.1	Características de los plásticos	
2.12.1.1	Plásticos estructurales	
2.12.1.2	Plásticos de barrera	
2.12.1.3	Plásticos para sello	
2.12.2	Polietileno	
2.12.2.1	Polietileno de baja densidad (LDPE)	
2.12.2.1	Polietileno lineal (LLDPE)	
2.12.3	Etil Vinil Acetato (EVA)	
2.12.4	Polietilen Tereftalato (PET)	
2.12.5	Polietilen Tereftalato metalizado (PET met)	
2.12.6	Películas	
2.12.6.1	Películas no orientadas	
2.12.6.2	Películas biorientadas	
2.12.7	Coextrusión	
2.12.8	Laminación	
2.12.8.1	Laminación por extrusión	
2.12.8.2	Laminación por adhesivos	
2.13	ADHESIVOS	66
2.14	PRUEBA DE INTEGRIDAD DE ENVASES ASEPTICOS	68
2.14.1	Métodos destructivos	
2.14.1.1	Prueba de rasgado	
2.14.1.2	Prueba de rasgado	
2.14.1.3	Prueba de tintura	
2.14.2	Métodos no destructivos	
2.14.3	Pruebas de penetración microbiológica	

2.15	NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS	71
2.15.1	¿Qué es normalización?	
2.15.2	¿Qué es una norma?	
2.15.3	¿Qué clases de normas existen?	
2.15.4	Objetivos de la normalización	
2.15.5	Ventajas de la normalización de envase y embalaje	
2.15.6	Análisis de las normas mexicanas aplicadas al sellado por calor en envases flexibles.	

CAPITULO III

3.1	CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL SELLADO	77
3.1.1	Materiales seleccionados en función de las propiedades del alimento	
3.1.2	Grososores de las líneas de sellado en función de la carga del producto o capacidad del envase	
3.1.3	Adhesivos	
3.1.4	Pruebas destructivas	
3.1.5	Pruebas de esterilidad	

	CONCLUSIONES	81
--	--------------	----

	BIBLIOGRAFIA	83
--	--------------	----

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1	Cuadro metodológico	4
Cuadro 2.	Proporción de no esterilización "Er" para diferentes tipos y tamaños de envase, y reducción de cuenta "D"	23
Cuadro 3.	Organismos indicadores en la prueba desafiadora (rotunda/contradictoria) en materiales esterilizados del envasado en los E.U.A.	33
Cuadro 4.	Sumario de construcción de bolsas asépticas en diferentes procesos de producción de alimentos	46
Cuadro 5.	Sumario de máquinas llenadoras asépticas para el sistema bag-in-box	49
Cuadro 6.	Atributos funcionales de algunos materiales de envasado aséptico	51
Cuadro 7.	Propiedades físicas y térmicas de los polímeros plásticos que intervienen en el sellado del sistema bag-in-box	60
Figura 1.	Diagrama de flujo de un sistema aséptico	11
Figura 2.	Curva comparativa de inactivación de enzimas de esporas bacterianas	14
Figura 3.	Envase bag-in-box	38
Figura 4.	Operación de llenado de un sistema bag-in-box	43
Figura 5.	Procedimiento de fabricación de un sistema bag-in-box	48

RESUMEN

El presente trabajo establece un panorama general de lo que es el sistema de envasado aséptico y en particular lo que es el sistema bag-in-box (bolsa en caja), que es un proceso utilizado para envasar alimentos líquidos como son los jugos de frutas, bebidas lácteas, sopas, salsas, vinos, etc. en contenedores de pequeños volúmenes (500 ml) hasta grandes capacidades de (2000 l),.

Por ser envases diseñados para contener grandes volúmenes, las características del envase deben ser cuidadosamente analizadas, en particular el sellado de las bolsas en el sistema bag-in-box, ya que con un óptimo control de calidad del mismo podemos prevenir daños a la salud y pérdidas de producto.

En el Capítulo I, se proporciona la metodología empleada para el análisis de las características del sellado en bolsas empleadas en el sistema del envasado aséptico.

En el Capítulo II, se menciona todo lo relacionado el sistema de envasado aséptico; su descripción, sus principios, tipos de envase, descripción de la fabricación del envase en el sistema bag-in-box en particular a la bolsa, que es el envase primario, se analizan los materiales que la componen y tipos de alimentos en el que es usado, pruebas a los que son sometidos en cuanto a su integridad y finalmente las normas que aplican en nuestro país relacionadas a este.

En el Capítulo III, se ofrecen los criterios y conclusiones, relacionadas con el análisis que nos ocupa.

INTRODUCCION

En la Industria Alimentaria, los sistemas de procesamiento de alimentos evolucionan y se perfeccionan día a día, siendo en particular el envasado aséptico uno de los procesos más estudiados en el siglo pasado. Este inicia con el uso de latas y botellas de vidrio, que por sus cualidades, siguen considerándose tradicionales; con el posterior desarrollo de la industria del petróleo y con la evolución particular de la industria del plástico (polímeros), se diseñó una amplia variedad de productos que pueden sustituir a los envases "tradicionales". El desarrollo de la tecnología de envasado y de nuevos envases, ha permitido que estos sean fabricados para volúmenes pequeños para la venta al público en tiendas y supermercados, y también, se han creado contenedores de gran capacidad para grandes volúmenes de alimentos, estos envases pueden contener de 2 hasta 1000 litros, e incluso hasta 2000 litros, como en el sistema bag-in-box.

La conservación de los alimentos es muy importante en estos tiempos, pero también es importante la creación y actualización de normas que estén acordes a cada una de las áreas de la industria de los alimentos en nuestro país, para poder garantizar que los procesos de elaboración de alimentos sean satisfactorios, es por eso que con este trabajo se establecen algunos de los criterios más importantes del sellado de los envases y si para este campo en particular, el sistema bag-in-box, existe una norma que permita evaluar particularmente el sellado de la misma.

Consideramos solo a la bolsa por ser el envase primario que es el que está directamente en contacto con el alimento, en este trabajo se describe brevemente lo que es la boquilla de entrada/salida de la bolsa y el envase secundario que soporta a la misma y que prácticamente es una caja, por eso se denomina bolsa en caja o en el idioma inglés "bag-in-box".

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

ANALIZAR A PARTIR DE LAS NORMAS MEXICANAS EXISTENTES LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SELLADO EN BOLSAS EN SISTEMAS ASÉPTICOS PARA GARANTIZAR SU HERMETICIDAD E INOCUIDAD DEL PRODUCTO.

OBJETIVO PARTICULAR 1

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN TEÓRICA Y PRÁCTICA EXISTENTE DEL SISTEMA DE ENVASADO ASÉPTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL SELLADO DE LA BOLSA.

OBJETIVO PARTICULAR 2

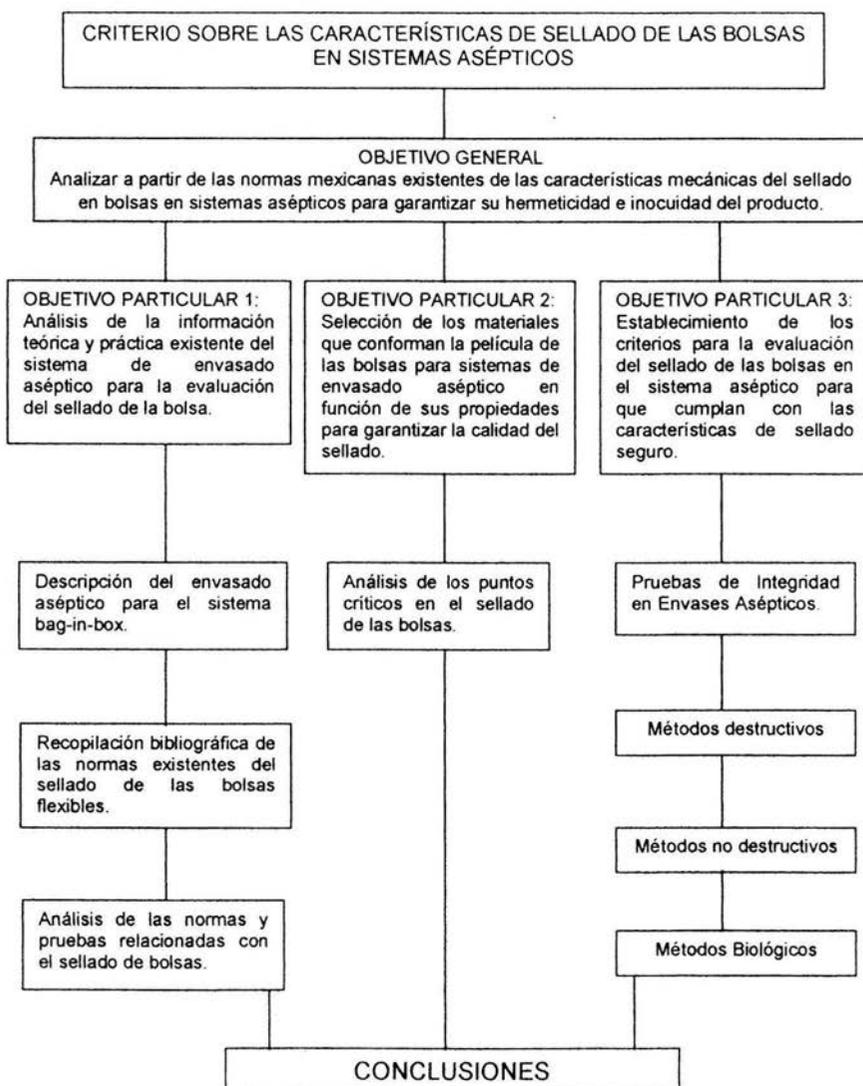
SELECCIÓN DE LOS MATERIALES QUE CONFORMAN LA PELÍCULA DE LAS BOLSAS PARA SISTEMAS DE ENVASADO ASÉPTICO, EN FUNCIÓN DE SUS PROPIEDADES PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL SELLADO.

OBJETIVO 3

ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL SELLADO DE LAS BOLSAS EN EL SISTEMA ASÉPTICO PARA QUE CUMPLAN CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL SELLADO SEGURO.

CAPITULO I

CUADRO METODOLÓGICO



1.1 DESCRIPCIÓN DEL CUADRO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la metodología desarrollada para alcanzar el objetivo, que es establecer el criterio sobre las características de sellado de las bolsas en sistemas de envasado aséptico.

El objetivo general tiene como propósito el análisis de las normas mexicanas existentes en características mecánicas del sellado en bolsas empleadas en sistemas de envasado aséptico.

Para cumplir con este propósito se desarrollaron tres objetivos particulares que a continuación se describen.

Objetivo Particular 1.- Análisis de la información teórica y práctica existente referente a las características de sellado en el sistema de envasado aséptico a partir de la recopilación bibliográfica sobre el sistema de envasado aséptico bag-in-box.

- Recopilación bibliográfica de las Normas y Pruebas existentes referentes al sellado, con esto, se pretende establecer qué Normas y Pruebas son aplicables al caso que nos ocupa.

Objetivo Particular 2.- Características del sellado en la película de las bolsas para sistemas de envasado aséptico mediante la descripción de las mismas, basándose en la información bibliográfica obtenida/investigada en la cual posteriormente se analizan los puntos críticos del sellado.

Objetivo Particular 3.- Establecimiento de los parámetros para la evaluación del sellado de bolsas, en el sellado aséptico para que cumplan con las características de sellado seguro. Después del desarrollo y análisis del objetivo uno y dos y completando con la información bibliográfica recabada de las

normas existentes del sellado de las bolsas flexibles, se determinarán las pruebas a realizar para la evaluación del sellado.

Con el desarrollo de las actividades correspondientes a cada objetivo particular se llega al cumplimiento del objetivo general.

CAPITULO II

2.1 ANTECEDENTES

El envasado aséptico puede definirse como el envasado de un producto comercialmente estéril dentro de un contenedor esterilizado bajo condiciones asépticas y sellando los contenedores para prevenir una reinfeción o postcontaminación, por eso es que son herméticamente sellados.

(Robertson, 1992)

Expresado de otra manera, en un proceso aséptico, los envases y el producto alimenticio son esterilizados en sistemas separados. El envase esterilizado es llenado con producto estéril, cerrado y sellado en una cámara estéril.

El proceso aséptico es una operación continua, el comportamiento deficiente de una parte del sistema puede afectar el funcionamiento total de todo el proceso, como resultado, hay numerosos factores críticos asociados con el proceso de envasado aséptico y a menudo se requieren de sistemas de control automatizados. Los procesos establecidos como sistemas asépticos deben considerar no solo la esterilización del producto, el equipo de proceso y el bombeo en sentido descendente, sino también la esterilización del material de envase, del equipo de envasado y mantener las condiciones de esterilización en todas las partes del sistema aséptico.

(Hui, 1992)

El término "aséptico" implica la ausencia o exclusión de cualquier microorganismo no deseado del producto, envase u otras áreas específicas, mientras que término "hermético" es usado para indicar propiedades mecánicas convenientes para excluir la entrada de microorganismos dentro de un envase y gas o vapor de agua dentro o de fuera del envase.

(Robertson, 1992)

“Aséptico” describe una condición en la cual existe una ausencia de microorganismos, incluyendo esporas viables. En la industria de alimentos, los términos aséptico, estéril y comercialmente estéril son a menudo usados indistintamente.

“Sistema aséptico” se refiere a todo sistema necesario para producir un producto comercialmente estéril contenido en un envase herméticamente sellado. Estos términos incluyen al sistema de proceso del producto y al sistema de envasado.

“Sistema de proceso aséptico” se refiere solo al sistema que procesa al producto y entrega este al sistema de envasado.

“Sistema de envasado aséptico” se refiere a cualquier pieza del equipo que llene y esterilice el envase o contenedor con producto estéril y lo selle herméticamente bajo condiciones asépticas. Estas unidades o sistemas algunas veces forman y esterilizan el envase.

(Hui, 1992)

El término “comercialmente estéril” ha sido definido como la ausencia de microorganismos capaces de reproducirse en el alimento bajo condiciones de no refrigeración, de almacenaje y distribución, esto implica que no necesita ser alcanzada la ausencia absoluta de todos los microorganismos.

(Brody/Marshall, 1997)

Para alcanzar exitosamente el proceso aséptico de alimentos se requiere como mínimo:

1. Equipo que se pueda sanitizar bajo las condiciones de esterilización comercial.

2. Producto comercialmente estéril.
3. Envases comercialmente estériles
4. Un ambiente comercialmente estéril dentro de la máquina de envasado, en la cual el envase estéril es llenado con producto esterilizado, y finalmente es herméticamente sellado dentro del ambiente estéril.
5. Monitoreo y registro de factores críticos.
6. Manipulación apropiada de envases terminados, para asegurar la integridad del envase.

(Hui, 1992)

Actualmente hay dos sistemas de llenado que se aplican en el envasado aséptico:

- 1) Envasado de productos preesterilizados y estériles como leche, derivados de leche, pudines, postres, jugos de fruta y vegetales, sopas, salsas, y productos con partículas.
- 2) Envasado de productos fermentados por microorganismos, como ejemplo; productos frescos fermentados de leche.

Las principales razones para usar envasado aséptico son:

- a) Para permitir el uso de envases que comúnmente no son utilizados en métodos convencionales.
- b) Para tomar ventaja sobre el proceso de alta temperatura corto tiempo (HTST), que es térmicamente eficiente y generalmente ocasiona que el

producto sea de calidad superior, comparado con otros procesos de menores temperaturas por tiempos largos.

- c) Para prolongar la vida de anaquel de productos a temperatura ambiente envasándolos asépticamente.

(Robertson, 1992)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PROCESAMIENTO ASÉPTICO

Aunque los equipos para el sistema de procesamiento aséptico varían, todos estos deben tener ciertas características comunes; como se muestra en el diagrama de la figura 1.

1. Un producto bombeable o que pueda ser desplazado por medio de la fuerza y acción de una bomba de desplazamiento positivo o lóbulos.
2. Un medio de control y documentación del régimen de flujo del producto a través del sistema.
3. Un proceso de calentamiento del producto a temperaturas de esterilización.
4. Un sistema de mantenimiento del producto a elevadas temperaturas por un tiempo suficiente para la esterilización.
5. Un medio de enfriamiento del producto para temperaturas de llenado.
6. Un método para esterilizar el sistema antes de producir y que lo mantenga estéril durante la producción.

7. Barreras adecuadas para proteger la esterilidad y prevenir la contaminación del producto en el equipo de envasado.

(Hui, 1992)

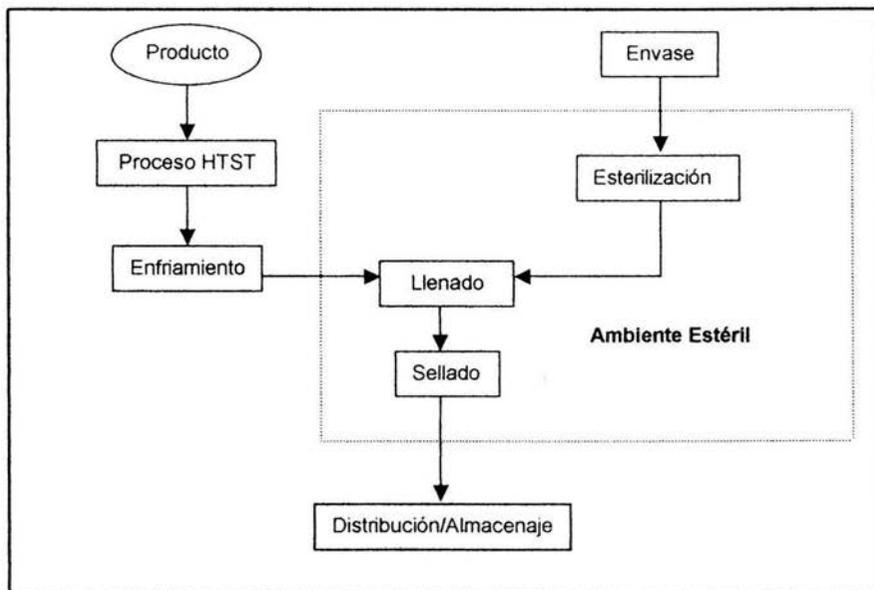


Figura 1: Diagrama de un proceso aséptico (Brody/Marshall, 1997).

En este diagrama se muestra como la esterilización, llenado y sellado del envase se encuentran dentro del área de la zona aséptica o estéril la cual debe ser controlada al máximo para prevenir alguna contaminación microbiana ya que esto repercutiría en la calidad del producto ya envasado.

2.3 DESARROLLO HISTÓRICO

El primer envasado aséptico de alimentos, específicamente leche enlatada, fue traído de Dinamarca a E.U.A. por Nielsen a principios de 1913 y la patente de este proceso (Conservación Térmica Aséptica) fue otorgada en 1921. En 1917 en E.U.A., Dunkley patentó la esterilización con vapor saturado de latas y tapas y tiempo después el llenado de productos preesterilizados. En 1923, leche envasada asépticamente proveniente de Sudáfrica llegó a una feria de comercio en Londres, Inglaterra en perfectas condiciones. En 1933, la Compañía Americana de latas desarrolló una máquina de llenado llamada Calentamiento-Enfriamiento-Llenado (HCF) sistema que usó vapor saturado bajo presión para esterilizar las latas y acabados. Las latas esterilizadas fueron llenadas con producto estéril y los acabados, sellados en una cámara cerrada la cual se mantenía presurizada con vapor o una mezcla de aire y vapor. Tres plantas comerciales fueron construidas y operadas bajo este principio desde 1945.

En 1940, Martin desarrolló un proceso en el que se esterilizaron latas metálicas vacías por medio de un tratamiento de vapor sobrecalentado a 210 °C antes de ser llenadas con producto estéril frío. En 1950, la compañía Dole compró la primera planta comercial de llenado aséptico en el mercado. A finales de 1940 una empresa láctea y manufacturera de maquinaria en Suiza (Alpura AG, Bern y Sulzer AG, Winterthur) combinó el desarrollo de esterilización-UHT, en latas asépticas de leche, las cuales fueron comercializadas en Suiza en 1953. Sin embargo este sistema no resultaba económico, debido principalmente al costo de las latas. Alpura en colaboración con Tetra Pak AB de Suecia, desarrolló un sistema aséptico utilizando envase de cartón. El envasado de larga vida en leche fue vendido de esta manera en Suiza en 1961.

En 1955, Mitchell informó sobre el comienzo de la aplicación del envasado aséptico a granel en tambores con capacidad de 250 litros para pasta de

tomate. En la década de 1960 se introdujo el concepto de envases bag-in-box para productos lácteos envasados asépticamente, esto fue empleado también para envasado de productos ácidos. Posteriormente Dixon y colaboradores ampliaron este concepto para tanques a granel incluyendo camiones cisterna. En 1976, la cisterna de gran capacidad recibió la recompensa industrial IFT.

Para 1981, la FDA aprobó el empleo de peróxido de hidrógeno como agente esterilizante para el polietileno que entraba en contacto con el alimento.

(Robertson, 1992)

2.4 PRINCIPIOS DE ESTERILIZACIÓN

El proceso de esterilización que se usa en el sistema aséptico, se describe como Alta Temperatura en Corto Tiempo (High-Temperature-Short-Time/HTST) y Ultra Alta Temperatura (Ultra-High-Temperature/UHT). El proceso de HTST se define como la esterilización por calor en intervalos de tiempo de algunos segundos hasta 6 minutos, la Federación Internacional de Productos Lácteos, sugiere que la UHT en leche debería definirse como "leche que ha sido sometida a un proceso de flujo continuo de calor a altas temperaturas por pocos segundos el cual ha sido después asépticamente envasado, el tratamiento de calor debe ser no menos de 135 °C por uno o más segundos". Generalmente el término de UHT se refiere a procesos de flujos continuos de esterilización en-línea, los cuales emplean tratamientos de calor dentro de los intervalos de temperatura de 130 - 150 °C con tiempos de permanencia de 2 a 8 segundos. Los rangos altos de temperatura tienden a ser usados para productos como leche, y los bajos para productos más viscosos.

La ventaja de calidad que incrementa el uso de los procesos de HTST y UHT, es que puede ser mejor entendida por la comparación del valor z (que es el cambio de temperatura necesaria para alterar el tiempo de muerte térmica por

un ciclo logarítmico, Holdsworth, 1997) de la destrucción microbiológica, con el valor z para la pérdida de factores de calidad deseables en el alimento tales como los nutrientes. Un valor z común para el HTST es de 10 °C y para UHT es de 33 °C, para describir el deterioro de calidad sensorial, el cual ocurre durante el proceso térmico, se ha propuesto una C_0 (que es la degradación por tratamiento de calor, Holdsworth, 1997) o índice de cocido. Esto se define análogamente para la F_0 (que es el equivalente en minutos, en alguna referencia dada de temperatura, para considerar todo el calor, con respecto a toda su capacidad de destruir esporas o células vegetales de un organismo en particular, Stumbo, 1973), exceptuando que la referencia de temperatura de 100 °C es mejor que la de 121.1 °C.

$$C_0 = 10^{(T-100)/Z} \theta$$

La diferencia en los valores de z se hace evidente en la curva de la figura 2:

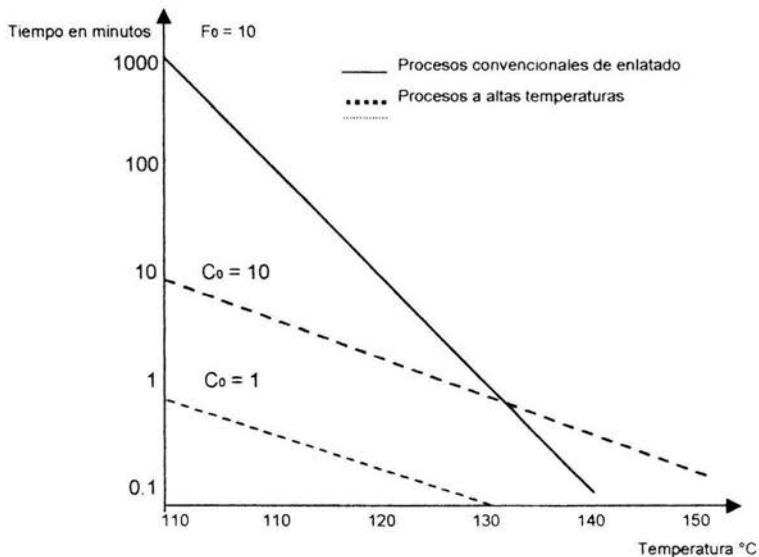


Figura No 2: Curva comparativa de inactivación de enzimas de esporas bacterianas. (Robertson, 1992)

La región en la cual los valores resultan en una F_0 de 10 son típicas de las Temperaturas-Bajas-Largo-Tiempo (Low-Temperature-Long-Time/LTLT), que son los sistemas usados para la esterilización de alimentos en procesos de enlatado convencional; los valores C_0 asociados con tales procesos son del orden de 30 - 300. Cuando un valor de F_0 de 10 es alcanzado a altas temperaturas (130 - 150 °C), los valores correspondientes de C_0 son entre 1 - 10. Así mientras que este es el mismo nivel de destrucción microbiológica en ambos procesos LTLT y HTST, el último resultado reduce mucho la degradación de la calidad y explica la preferencia de los consumidores de HTST sobre LTLT en alimentos procesados. Muchas reacciones químicas, tales como el oscurecimiento no enzimático, degradación de clorofila y pérdida de nutrientes tienen valores de z de 33 - 50 y por lo tanto la extensión de la reacción en condiciones de HTST puede ser menos significativa que en condiciones de LTLT. Un problema asociado con el uso del proceso HTST es la eficacia de la inactivación enzimática. Este problema se presenta particularmente con enzimas vegetales (especialmente peroxidasa), proteasas y lipasas bacterianas producidas por una bacteria psicotrófica, usualmente por la *Pseudomonas spp.* La resistencia al calor de las enzimas bacterianas es muy alta, y es calculada con una enzima que es 4000 veces más resistente que las esporas de *Bacillus stearothermophilus*, la más resistente de las esporas que puede ser destruida por el proceso de tratamiento térmico. La enzima bacteriana muestra resistencia extrema al calor con valores de z en el rango de 20 - 60 °C. Así, conforme el proceso de temperatura se eleva, un porcentaje de enzimas se incrementa y sobrevive para el mismo funcionamiento de esterilizado. Una de las consecuencias en los tratamientos de calor, es que aumenta la probabilidad de deterioro enzimático durante el almacenaje del producto procesado. Esto puede dar la pauta para calificar los defectos durante el almacenaje de productos de leche UHT, por ejemplo, las proteasas pueden servir de guía para el desarrollo de mejores sabores y estabilizantes.

(Robertson, 1992)

2.5 ESTERILIZACIÓN ANTES DE LA PRODUCCIÓN

No se puede obtener un producto comercialmente estéril, a menos que los sistemas de proceso y llenado estén adecuadamente esterilizados antes de empezar la producción. Es importante que el sistema sea limpiado a fondo antes de la esterilización o que cuente con un sistema CIP; de otra manera, es posible que el proceso no sea efectivo.

Algunos sistemas, o parte de ellos, usan vapor saturado para la esterilización; sin embargo para otros sistemas, la esterilización del equipo se realiza haciendo circular agua caliente a través de este por un tiempo suficientemente largo, para alcanzar la esterilización comercial. Cuando se usa agua, se calienta en el calentador del producto y entonces se bombea a través de todo el sentido descendente de bombeo y del equipo ascendente (generalmente al último) a la válvula de llenado en la unidad de envasado.

Todas las superficies descendentes en contacto con el producto, a partir del calentador del mismo, deben mantenerse arriba de la temperatura especificada, por medio de la circulación continua de agua caliente por el periodo de tiempo requerido para el proceso.

Los tanques agitados son generalmente esterilizados con vapor saturado en lugar de agua caliente, debido a sus grandes capacidades. Aunque la esterilización de tanques agitados ocurre separadamente, es usual conducirla simultáneamente con agua caliente esterilizada de otros equipos. Para controlar correctamente la esterilización del sistema aséptico, es necesario que un termómetro o un termocople sea colocado en los puntos fríos del sistema para asegurar que la temperatura sea la correcta y que se mantiene en todas partes. Así, la medición de la temperatura con un dispositivo, generalmente localiza los puntos más distantes del intercambiador de calor sincronizando el ciclo de esterilización, este empieza cuando la temperatura correcta se obtiene en el

sitio más alejado. Si esta temperatura cae debajo del mínimo, el ciclo debe repetirse después de que la temperatura de esterilización se restablezca. Se recomienda colocar dispositivos registradores para proveer un archivo continuo y permanente muestre que el equipo se esterilizó adecuadamente antes de cada corrida de producción.

(Hui, 1992)

2.5.1 Control de flujo

El tiempo de esterilización o tiempo de residencia, como lo indica el programa de proceso, está directamente relacionado con el régimen de flujo y de la velocidad de movimiento de las partículas a través del sistema.

La velocidad de movimiento de las partículas es función de las características de flujo del alimento. Consecuentemente, un proceso debe ser designado para asegurar que los flujos del producto a través del sistema operen en un régimen uniforme y constante, para que la velocidad de movimiento de las partículas de los alimentos, reciban la máxima cantidad de calor para el mínimo tiempo especificado por el programa de proceso.

Estos regímenes constantes de flujo son generalmente alcanzados por una bomba llamada sincronizadora o medidora.

Las bombas sincronizadoras pueden ser de régimen fijo o de velocidad variable; el régimen de bombeo fijo no puede ser cambiado sin el desmantelamiento de la misma, mientras que las bombas de velocidad variable son diseñadas para proveer flexibilidad y permitir cambios de régimen si el sistema lo requiere.

Cuando se usa una bomba de velocidad variable, se debe proteger contra cambios no autorizados de velocidad del régimen de flujo del producto a través del sistema.

Para prevenir ajustes no autorizados que alteren el control de flujo, es conveniente colocar una cerradura o un señalamiento de advertencia cerca del dispositivo de ajuste de velocidad, al cual solo tenga acceso el personal autorizado.

(Hui, 1992)

2.5.2 Producción de calor

En el calentamiento de los productos alimenticios es necesario distinguir entre el calentamiento del alimento en el intercambiador de calor antes del llenado del producto en el envase y el calentamiento del alimento en el envase.

(Heid/Joslyn, 1967)

Por consiguiente se divide la conservación térmica de los alimentos en dos amplias categorías: la primera trata del calentamiento de los alimentos en sus envases finales y la segunda del calentamiento de los alimentos antes de ser envasados, y que se envasan en sistemas asépticos para prevenir su postcontaminación.

(Potter, 1973)

Básicamente, los equipos de intercambio de calor en el proceso de alimentos comercialmente esterilizados usando HTST, se diseñan y configuran en dos grupos, intercambiadores de calor indirecto e intercambiadores de calor directo, el objetivo de esta designación de equipos es para mejorar el grado de transferencia de calor dentro y fuera de los productos alimenticios, en términos que minimizan el tiempo de calentamiento y enfriamiento requerido.

2.5.2.1 Intercambiadores de calor indirectos

Donde el producto y el fluido de intercambio de calor se separan por una superficie de calefacción. Los sistemas indirectos permiten una mejor

recuperación de calor, tendiendo a ser más estables las temperaturas de salida y además no es propenso a contaminarse por condensados por parte del vapor.

Hay tres tipos:

- a.- Intercambiador de calor tubular
- b.- Intercambiador de placas
- c.- Intercambiador de superficie raspada

2.5.2.2 Intercambiadores de calor directo

Donde el vapor se condensa en el producto por calentamiento, y se remueve por la evaporación en el enfriamiento. Generalmente, el sistema directo da tiempos más rápidos de calentamiento y enfriamiento en comparación con los sistemas indirectos, y además disminuyen los problemas de formación de quemaduras y escamas. Hay dos tipos.

- a.- Inyección de vapor (vapor en el producto)
- b.- Infusión de vapor (producto en el vapor)

En años recientes se han hecho estudios usando las microondas, el calor dieléctrico y el calor por resistencia (ohmic) para la esterilización de alimentos, los sistemas que usan estos tipos de procesos, probablemente estarán disponibles comercialmente en los próximos años.

(Robertson, 1992)

2.6 REQUERIMIENTOS DEL ENVASADO ASÉPTICO

Independientemente del tipo de esterilización que se use, el producto estéril se enfría a una temperatura apropiada, típicamente de 20 °C para productos con baja viscosidad como leche y jugos de fruta, y 40 °C para productos con viscosidad alta como pudines y postres. Es entonces cuando el producto se

envasa en un envase preesterilizado. Un sistema de envasado aséptico consta de diferentes requerimientos, cada uno debe ser aprobado individualmente antes de que el sistema en conjunto sea considerado satisfactorio. Estos son:

- A. El envase y método de cierre deben ser aptos para el envasado aséptico y para su almacenamiento y distribución, y además deben evitar el paso de microorganismos dentro del envase cerrado.
- B. El envase (o aquella parte interior que se mantiene en contacto con el producto) debe ser esterilizado después de que es formado y antes de ser llenado.
- C. El envase debe llenarse sin contaminación de microorganismos que provengan de la superficie del equipo o de la atmósfera circundante al llenado.
- D. Si se necesita algún cierre, este se debe esterilizar inmediatamente antes de ser aplicado.
- E. El cierre se debe aplicar y sellar en el lugar de la zona estéril en el momento en el que el envase está dentro, para prevenir la contaminación por microorganismos.

(Robertson, 1992)

2.7 ESTERILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL ALIMENTO EN MATERIALES DE ENVASE

En el envasado aséptico es importante esterilizar las superficies que van a estar en contacto con el alimento como es el interior de los envases que se desean

utilizar ya sea latas, botellas, bolsas, películas, etc., para crear un ambiente estéril, en general se usan algunos agentes como el calor, químicos, radiación de alta energía o la combinación de estos, a continuación se describen los diferentes procedimientos de esterilización de envases:

(Hui, 1992)

2.7.1 Reducción de Cuenta Requerida

El requerimiento de la reducción de la cuenta bacteriana (número de valores D) para la esterilización de la superficie del material de envase en contacto con el alimento, se determina por el tipo de producto, este decide la vida de anaquel y probablemente la temperatura de almacenamiento. Para productos ácidos no-estériles de $\text{pH} < 4,5$ se requiere una reducción mínima de 4 decimales (4 D's) en esporas bacterianas. Para productos neutros y poco ácidos de $\text{pH} > 4,5$ se requiere una reducción de seis decimales. Si existe la posibilidad de que el *Clostridium botulinum* sea capaz de crecer en el producto, entonces debe darse una reducción total de 12D.

La proporción de no-esterilización o proporción error E_r , es el número de envases no-esterilizados o culpables, expresado como una proporción del total de números de envases procesados dentro de un cierto periodo, este puede ser calculado al usar la siguiente fórmula:

$$E_r = \frac{N}{R} \cdot A$$

Donde:

"N" es el número de microorganismos existentes,

"A" es el área en la superficie de contacto del material de envase con el producto y

"R" es la cuenta del número de reducciones decimales obtenidas en el proceso de esterilización.

Envases pequeños con un área de superficie de contacto pequeña, tienen consecuentemente baja contaminación inicial y es necesario un proceso bajo de esterilización para dar una proporción real de no-esterilizado Er.

Al contrario, para envases grandes se requiere un proceso de esterilización más riguroso, sin embargo, solo la variación de volúmenes con el cubo es en dimensión lineal, entretanto la variación del área de superficie es solo con la dimensión de los cuadrados, la variación en el proceso de esterilización según el tamaño del envase es muy baja para poder ser expuesta. Esto sugiere que solo el 3% del total del número de microorganismos en la superficie del empaque son esporas.

Un valor arriba de los 1000 microorganismos m^{-2} (30 esporas m^{-2}) se asume para películas plásticas y laminados de cartón en rollos, y 3000 microorganismos m^{-2} (90 esporas m^{-2}) para copas prefabricadas, Usando estos valores, la proporción de no-esterilización para una variedad diferente de tamaños y tipos de envase se calculan y se muestran en el Cuadro No. 2.

(Robertson, 1992)

Cuadro No. 2: Proporción de No-Esterilización Er para diferentes tipos y tamaños de envase, y reducción en cuenta D.

	A PARTIR DE ROLLO			COPAS	
	ENVASES DE CARTON			COPAS DE PLASTICO	PREFABRICADAS DE PLASTICO
	200 ml	500 ml	1 l	15 ml	150 ml
CUENTA DE ESPORAS N	30	30	30	30	90
SUPERFICIE A	0.025	0.045	0.075	0.0037	0.018
R = 10 ³					1.6x10 ⁻³
R = 10 ⁴	0.75x10 ⁻⁴	1.4x10 ⁻⁴	2.3x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁵	1.6x10 ⁻⁴
R = 10 ⁵	0.75x10 ⁻⁵	1.4x10 ⁻⁵	2.3x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁶	1.6x10 ⁻⁵
R = 10 ⁶	0.75x10 ⁻⁶	1.4x10 ⁻⁶	2.3x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁷	1.6x10 ⁻⁶
R = 10 ⁷	0.75x10 ⁻⁷	1.4x10 ⁻⁷	2.3x10 ⁻⁷	1x10 ⁻⁸	1.6x10 ⁻⁷

(Robertson, 1992)

El cuadro No. 2, muestra la pequeñez y por lo tanto, la poca superficie en contacto con el alimento, que la reducción de la proporción de no-esterilización Er, resulta de parte del material de envase en el proceso de esterilización.

La razón de la importancia del nivel inicial de la contaminación de microorganismos del material de envase y el procedimiento que asegura que es lo más bajo posible, es que estos deben producirse, transportarse y almacenarse bajo condiciones que los conserven libres de microorganismos tanto como sea posible.

Para lograr una proporción de no-esterilización de 10⁻⁶ en un litro de envases de cartón de leche procesada en UHT, el proceso de esterilización debe tener un resultado de 6,4 D; para envases pequeños, una reducción de 6 decimales es suficiente.

Comúnmente se utilizan tres principales procesos de esterilización de material de envases, individualmente o en combinación: el de radiación, el de calor y el de tratamiento químico:

(Robertson, 1997)

2.7.2 Radiación

Existen varias formas de energía radiante emitidas por diferentes fuentes. Estas pertenecen al espectro electromagnético de radiaciones y difieren en cuanto a su longitud de onda, frecuencia, fuerza de penetración y los diversos efectos que ejercen en los sistemas biológicos, algunas de estas formas de energía radiante se utilizan para esterilizar superficies en contacto con los alimentos.

(Potter, 1973)

2.7.2.1 Radiación U.V.

La radiación Ultra-Violeta (UV) tiene una longitud de onda de 200-315 nm; esta es más efectiva en términos de destrucción microbiana entre los 250-280 nm (llamado como el rango UV-C), con una óptima efectividad a 253.7 nm.

La eficacia de la esterilización en superficies en contacto con el alimento dependes de la radiación que se aplica en materiales lisos y libres de partículas para prevenir la UV-resistencia por el efecto "sombra" en la superficie por la variación de la radiación de UV, pero la radiación UV-C es considerada por algunos como satisfactoria para usarse en sistemas de llenado aséptico. Esto también es importante para que la intensidad de radiación sea uniforme y adecuada para esterilizar encima de todo el envase, que puede también ser de forma compleja. Esto generalmente solo se usa en combinación con peróxido de hidrógeno.

2.7.2.2 Radiación Infrarroja

Los rayos infrarrojos (IR) se convierten en calor sensible cuando hacen contacto en superficies absorbentes, el resultado es un incremento en la temperatura de la superficie. Como en la radiación UV, la radiación IR solo es aplicable en superficies lisas y uniformes. Los IR se usan para tratar el interior de las tapas las cuales son cubiertas con una laca de material plástico. Para evitar el posible ablandamiento de la laca de plástico, la temperatura máxima no debe exceder de 140 °C.

2.7.2.3 Radiación de Ionización

La técnica de radiación de partículas que usa rayos gama que provienen del Cobalto 60 ó Cesio 139, se utiliza para esterilizar el interior de envases sellados pero vacíos, esto se recomienda especialmente para materiales que no soportan las temperaturas necesarias para la esterilización térmica, o para los que por su forma, no pueden ser convencionalmente esterilizados por otros medios. A las bolsas fabricadas con laminaciones plásticas (típicamente tienen una conexión de llenado premoldeada de plástico) para ser usados en sistemas bag-in-box, se les da una dosis de radiación de 25kGy o más, la cual es suficiente para asegurar su esterilidad; posteriormente se sellan dentro de un contenedor a prueba de microorganismos antes del tratamiento por radiación.

Una dosis de alta-energía de electrones de 20 kGy se utiliza para esterilizar una cinta de polietileno de 9 mm infectada con aproximadamente 10^5 esporas de *Bacillus stearothermophilus*.

(Robertson, 1997)

2.7.3 Calor

El calor es el más extenso método de esterilización y así como se describió anteriormente el calor para cocinar y pasteurizar los alimentos, el calor también puede utilizarse para esterilizar los envases en diferentes maneras:

(Hui, 1992)

2.7.3.1 Vapor Saturado

El calor húmedo en forma de vapor saturado es sin duda el más confiable sistema de esterilización. Por lo menos hay tres principales problemas en el uso de calor saturado.

1. - Para alcanzar en segundos la alta temperatura adecuada para la esterilización el vapor (y también el material de envase con el cual viene en contacto) debe de ser usado en una cámara bajo presión.
2. - Cualquier aire que entre a la cámara de presión con el material de envase debe ser removido, de otra manera este interferirá con la transferencia de calor durante el calentamiento de la superficie del envase.
3. - La condensación del vapor durante el calentamiento de la superficie produce condensación en el material de envase, la cual permanece en el contenedor y diluye el producto.

A pesar de estos problemas, el vapor saturado bajo presión, se sigue usando para esterilizar envases de plástico, por ejemplo, inmediatamente después del dibujo-profundo, en el moldeado de copas plásticas de poliestireno y en las hojas de tapa que son sometidas a vapor a 165 °C y 600 kPa por 1.4 s (copas) y 1.8 s (tapas). Este proceso se usa para obtener una reducción de 5-6D en esporas de *Bacillus subtilis*.

2.7.3.2 Vapor Sobrecalentado

El vapor sobrecalentado es un método que se utiliza desde 1950 para la esterilización de latas de estaño y aluminio y tapas en el sistema aséptico de enlatado de Martín-Dole. Las latas se pasan a presión normal bajo vapor saturado a 220-226 °C, por tiempos de 36-45 s, dependiendo del material de construcción, latas de aluminio tienen tiempos de calentamiento cortos porque tienen una conductividad térmica alta.

2.7.3.3 Aire Caliente

El aire seco en forma de aire caliente tiene la ventaja de que pueden alcanzarse altas temperaturas a presión atmosférica, simplificando así los problemas de diseño mecánico en sistema de esterilización de envases.

Aire caliente a temperaturas de 315 °C, se emplea para esterilizar envases asépticos de cartón papel/película de aluminio/plástico, con esto la superficie alcanza una temperatura de 145 °C, por 180 s. Este sistema aparentemente solo es conveniente para productos ácidos que tienen un pH < 4,5.

2.7.3.4 Aire Caliente y Vapor

Para esterilizar la superficie interna de copas y tapas hechas de polipropileno, se utiliza una mezcla de aire caliente y vapor, la cual es térmicamente estable a temperaturas de 160 °C, en estos procesos el aire caliente, se sopla al interior por medio de una boquilla, de tal manera que la base y paredes de las copas se calientan uniformemente.

2.7.3.5 Extrusión

Durante el proceso de extrusión, antes de soplar y moldear los gránulos de plástico para formar envases, se someten a temperaturas de 180-230 °C, durante 3 minutos. Sin embargo, la temperatura existente dentro del extrusor no es uniforme porque el tiempo de permanencia de los gránulos varía considerablemente, esto no siempre garantiza que todas las partículas activen el tiempo mínimo de temperatura y residencia necesario que dé como resultado una esterilización.

Datos publicados y revisados por Reuter sugieren variaciones considerables en el número de esporas supervivientes después de varios procesos de extrusión, lo que sugiere que el resultado es una reducción de 3 – 4 D en esporas y que por lo tanto el llenado aséptico dentro de contenedores extruidos solo debe usarse para productos ácidos, con pH < 4,5. Para productos con pH > 4,5 se recomienda que los contenedores extruidos se esterilicen después con peróxido de hidrógeno o con mezclas de ácido periacético.

(Robertson, 1997)

2.7.4 Tratamientos Químicos

El uso de sustancias químicas asépticas en el proceso de alimentos, básicamente para la esterilización de envases ha venido creciendo recientemente, debido al surgimiento de nuevas técnicas de procesamiento de alimentos, estas sustancias las describimos a continuación.

2.7.4.1 Peróxido de Hidrógeno

El efecto letal del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en los microorganismos (incluidas las esporas resistentes al calor) se conoce desde hace muchos años, el primer sistema de llenado aséptico que uso una combinación de peróxido y

calor para esterilizar superficies de material de cartón fue empleado en 1961, aunque hay muchos estudios acerca de la eliminación de esporas resistentes en suspensión de soluciones de peróxido, el mecanismo actual de muerte no está completamente claro. Una solución concentrada de peróxido y temperatura uniforme en el sitio, apenas tiene un mínimo efecto destructivo, un mínimo de 80 °C de temperatura y un mínimo de concentración al 30% son necesarios para alcanzar la destrucción en segundos de las esporas más resistentes en los materiales de envase.

Debido a que es un método poco entendido para esterilizar superficies, es difícil predecir el efecto de esterilización de cualquier combinación específica de concentración de peróxido y temperatura, por ejemplo, con una suspensión de peróxido al 20% y una temperatura de 80 °C por 15 s, se obtiene una reducción de 4D aproximadamente. Una reducción de peróxido del 15% incrementa el tiempo requerido en casi un 50%, y un decremento en temperatura de 10 °C incrementa el tiempo en casi un 70%.

Por lo tanto, en donde se usa el peróxido para esterilizar material de envases, antes de llenar asépticamente, las condiciones de esterilización se determinarán empíricamente. Estas condiciones incluyen la concentración de soluciones de peróxido, la cantidad aplicada para material de envase por unidad de área, la intensidad del radiante o cabeza de radiación (que se menciona posteriormente) o temperatura y cantidad de aire seco, y el tiempo en que se aplica.

La FDA recomienda que la concentración de H_2O_2 que este presente en productos alimenticios envasados en materiales esterilizados por soluciones de H_2O_2 , no sea mayor a 0,1 partes por millón; y en el tiempo de llenado debe caer aproximadamente a 0,001 partes por millón dentro de las 24 horas. A pesar de que el peróxido no puede ser medido exactamente en productos alimenticios,

por la presencia de componentes reductores que rápidamente lo eliminan, se recomienda realizar chequeos del nivel inicial con envases llenos de agua.

Tomando en cuenta que las soluciones de peróxido son por ellas mismas incapaces de esterilizar material de envase, se han desarrollado varios sistemas para incrementar la eficacia del tratamiento por peróxido en combinación con calor y/o energía radiante. A continuación se describen estos procesos:

a) Proceso por inmersión: El material de envase se desenvuelve de una bobina y se pasa a través de un baño de solución de H_2O_2 al 30-40%. Usualmente se agrega un agente adherente a la solución para asegurar la uniformidad de la adherencia a la superficie del plástico, el cual tiende a ser hidrofóbico. La solución líquida de H_2O_2 se reduce a una delgada película, mecánicamente por apretamiento del rollo o por chorro de aire estéril. La película líquida adherida se seca con aire caliente. Con este proceso se alcanza una reducción de 4-5D en microorganismos esporulados. Algunas variantes de este proceso incluyen limpieza mecánica de la superficie del envase con cepillos giratorios, aire estéril bajo presión o ultrasonido en una más lejana reducción en esporas de 2-4D.

b) Proceso por aspersión: En este proceso, se rocía H_2O_2 a través de unas boquillas dentro de los envases prefabricados, el 30-40% de las superficies internas quedan cubiertas por gotas debido a las características hidrófobas de los plásticos. Entonces se seca el peróxido usando aire caliente. El grado de muerte de microorganismos depende del volumen de rociado del H_2O_2 (grandes volúmenes requieren largos tiempos de secado) y la temperatura del aire caliente. El uso del peróxido como un aerosol fue una tendencia útil para reducir la cantidad del peróxido usado por medio de humo o vapor agotado. La tendencia actual es evitar completamente gotas líquidas y en lugar de eso usar una mezcla de aire caliente a 130 °C y peróxido vaporizado.

c) Proceso de enjuague: Cuando un envase prefabricado es de una forma tan intrincada que el proceso de rociado es inadecuado, este se puede enjuagar con peróxido o una mezcla de peróxido y ácido periacético. Después del rociado el envase se drena y después se seca con aire caliente. Este proceso se usa para esterilizar envases de vidrio, latas metálicas y botes de plástico soplados y moldeados.

d) Combinación de radiación UV y calor: La radiación UV y el peróxido de hidrógeno actúan sinérgicamente cuando se usan juntos, la radiación UV promueve el rompimiento del peróxido dentro de los radicales hidroxilo. El total efecto letal de esta combinación es más efectivo que la suma de los efectos del peróxido y la radiación por separado, el efecto óptimo se consigue con una concentración relativamente baja de peróxido de entre 0,5 y 5%. A grandes concentraciones de peróxido y alta intensidad de rayos UV se logra un efecto protector, la concentración de peróxido alta es la óptima.

Por ejemplo, en cartones contaminados artificialmente con esporas de *Bacillus subtilis* los cuales fueron rociados con 1% de H₂O₂ y después radiados por 10 s, con una fuente de alta intensidad de UV sobre el cartón, se obtuvo una reducción de 5D en material de polietileno-lineal y una reducción de 3,5D con una hoja laminada de polietileno/aluminio.

La radiación UV y el peróxido se usan frecuentemente en la esterilización de materiales de envase. La ventaja de tal combinación es que se pueden usar altas concentraciones de peróxido (menos de 5% comparadas con 30-35% de peróxido y calor juntos) y son reducidos los problemas de contaminación atmosférica por peróxido y peróxido residual en el llenado de los productos. Es esencial un estricto control de concentración ya que una excesiva concentración de peróxido reduce la efectividad de la esterilización.

2.7.4.2 Acido Periacético

El ácido periacético es un líquido estéril que resulta particularmente efectivo contra esporas aerobias y anaerobias. Este se produce por la oxidación del ácido acético a peróxido de hidrógeno, y la solución uniforme a 20 °C con contenido de ácido periacético y peróxido de hidrógeno es efectiva contra esporas de bacterias resistentes; por ejemplo, una solución del 1% elimina 10^7 – 10^8 de las esporas más resistentes filtradas en 5 minutos a una temperatura de 20 °C, y los filtrados más resistentes en 60 minutos. La máxima temperatura usada es de 40 °C, cuando la temperatura de esterilización es alrededor de 5 tiempos cortos.

2.7.4.3 Oxido de Etileno

El óxido de etileno es un gas tóxico que puede penetrar materiales porosos, por lo que puede ser usado para la preesterilización de bases de lámina de papel de materiales de envasado, particularmente blancos de cartón preformados los cuales se montan en una llenadora aséptica. Por su toxicidad, los blancos apilados se preesterilizan en una instalación especial y el gas se tolera para dispersarse de los apilados antes de embarcarse para las plantas llenadoras en cajas selladas.

2.7.5 Verificación del proceso de esterilización

La esterilización del material de envasado se verifica por inoculación de la superficie de la membrana, copa o tapa existentes, con una apropiada concentración del organismo de prueba y permitiendo esto para secar. El sistema se corre usualmente como para una prueba batch comercial, y los envases finales se llenan con un medio de crecimiento apropiado, incubados y observados para crecer. Debe analizarse una lista de 100 envases por cada tiempo de temperatura o agente concentrado de esterilización.

Dos de los factores más importantes que afectan el éxito de la prueba desafiadora (rotunda/contradictoria) son la elección apropiada del organismo indicador y del estado físico del microorganismo a usarse en esta prueba. Cuando se elige el organismo indicador, debe considerarse el tipo de alimento a envasar y sus propiedades.

(Robertson, 1992)

El cuadro No. 3 muestra el listado recomendado como organismo indicador usado en la prueba desafiadora (rotunda/contradictoria) en materiales de envase esterilizados en E.U.A.

Cuadro No. 3: Organismos indicadores en la prueba desafiadora (rotunda/contradictoria) en materiales esterilizados de envasado en los E.U.A.

Medio de Esterilización	Organismo Indicador
Vapor saturado	<u>Bacillus stearothermophilus</u> (1518)
Vapor seco	<u>B. polymyxa</u> (PSO)
H ₂ O ₂ y calor	<u>B. stearothermophilus</u> (1518)
H ₂ O ₂ y luz UV	<u>B. subtilis strain A</u>
Oxido de etileno	<u>Clostridium sporogenes</u> (PA3679)
Calor en formación (asumido para ser calor seco)	<u>B. stearothermophilus</u>
Rayos gama	<u>B. pumilus</u>

(Robertson, 1992)

Y es que para garantizar la esterilización de los envases se emplean diferentes microorganismos de acuerdo al tipo de esterilización al que se van a someter los envases, por lo que es de importancia saber evaluar este sistema para

garantizar que los envases estarán correctamente esterilizados ya sea la película, botella o contenedor y tapas.

Como ejemplo tenemos el *Bacillus stearothermophilus* microorganismo que tiene una

temperatura de inactivación que va de 121 °C a 140 °C, por lo que al utilizar vapor saturado como medio de esterilización en los materiales de empaque se tendrá que evaluar a cada cambio de temperatura por lo menos 100 envases, para garantizar que el sistema de esterilización es el adecuado.

2.8 ZONAS ASÉPTICAS

La zona aséptica es el área dentro de la máquina de envasado aséptico, que se esteriliza y mantiene estéril durante la producción, es el área en que el producto estéril se llena y sella en un envase estéril, la zona aséptica comienza en el punto donde el material de envasado se esteriliza o donde el material de envase preesterilizado se introduce en la máquina, el área termina después de que el sello se aplica en el envase y al final donde deja el envase la zona estéril, todas las áreas entre estos dos puntos se consideran como partes de la zona aséptica.

Antes de la producción, la zona aséptica debe tener una condición de esterilidad comercial análoga a la que se alcanza en el material de envase o en la superficie estéril en contacto con el producto. En esta área se encuentran diversas clases de superficies, incluyendo partes móviles compuestas de diferentes materiales. La esterilización debe ser efectiva y uniforme y su aplicación controlable a través de todo el entorno de la zona aséptica.

Una vez que la zona aséptica se esteriliza, la esterilidad debe mantenerse durante la producción. El área debe construirse de manera que provea barreras

físicas esterilizables entre las áreas estéril y la no-estéril. Debe proveer mecanismos que permitan a materiales de envasado estériles y envases herméticamente sellados que entren y salgan de la zona aséptica sin comprometer la esterilidad de la zona.

La esterilidad de la zona aséptica puede protegerse de la contaminación al dejar los envases el área estéril, por mantenimiento de la zona aséptica bajo presión positiva de aire estéril u otro gas; flujos de aire estéril exterior previenen la contaminación dentro de toda el área aséptica, el aire estéril a presión dentro de la zona aséptica debe mantener un nivel que prevenga la esterilidad de la zona. Aire o gases pueden esterilizarse usando varios agentes esterilizantes, pero deben ser métodos comunes como incineración (calor seco) y/o ultrafiltración.

(Hui, 1992)

2.9 SISTEMAS DE ENVASADO ASÉPTICO

El sistema de envasado aséptico debe ser capaz de llenar productos producidos por sistemas HTST o UHT de una manera aséptica, y sellar el envase herméticamente para que la esterilidad se mantenga en todas las partes de la alimentación y distribución del proceso. Esto, propone que cualquier sistema de envasado aséptico debe ser capaz de reunir los siguientes 4 criterios:

- A. Capacidad para conectarse al sistema de proceso de una manera que permita transferir asépticamente el producto que va tomar lugar;

- B. Capacidad de esterilización efectiva antes del uso;

- C. Capacidad de mantener fuera del llenado, sellado y operación de transferencia crítica, un ambiente estéril; y
- D. Capacidad para limpiarse después de su uso.

(Robertson, 1992)

Los requerimientos básicos para las unidades de envasado aséptico se diseñan para combinar la esterilización del producto con la esterilización del envase, y se obtiene como resultado un sellado hermético y un mantenimiento estable del producto. Como con el sistema de procesamiento aséptico, hay ciertas características comunes para todo el sistema de envasado aséptico. La unidad de envasado aséptico debe:

1. Crear y mantener un ambiente estéril en el que el envase y el producto puedan manejarse conjuntamente.
2. Esterilizar la superficie en contacto con el producto.
3. Llenar asépticamente el producto estéril dentro de un envase estéril.
4. Producir envases herméticamente sellados.
5. Monitorear y controlar factores críticos.

(Hui, 1992)

Los tipos de materiales de envasado están influenciados por la naturaleza del producto, el costo del envase y del producto, y la preferencia del consumidor. El tipo de envase con mayor demanda en productos asépticos es el cartón base papel, el cual se usa para productos derivados de leche, jugos de frutas y otras bebidas. También en ventas al menudeo o consumidores de productos asépticos, los sistemas de envasado a granel se usan para productos que a futuro serán procesados y/o reenvasados dentro de envases de tamaños

individuales para venta al menudeo. Algo que identifica el equipo de envasado aséptico por el nombre del fabricante, son las características que se usan en los sistemas que existen, siendo seis las categorías que se identifican:

A. SISTEMA DE ENLATADO.

B. SISTEMAS DE EMBOTELLADO

- En vidrio
- En plástico
 - a.- botellas no esterilizadas
 - b.- botellas sopladas esterilizadas
 - c.- Estación de soplado, llenado y sellado

C. SISTEMAS DE BOLSA Y SACO (POUCH & SACHET)

1. Sistemas de Formado-Llenado-Sellado
2. Layflat tubing (Tubos de Capa Plana)

D. SISTEMAS DE COPA

1. Copas Preformadas de Plástico
2. Copas Formadas-Llenadas-Selladas

E. SISTEMAS DE CARTÓN

1. Cartones Formados-Llenados.Sellados
2. Cartones Prefabricados

F. SISTEMAS DE ENVASADO A GRANEL

1. Tambores de metal
2. Bag-in-box

(Robertson, 1992)

El presente trabajo se aboca únicamente al sistema bag-in-box.

2.10 SISTEMA BAG-IN-BOX

El sistema bag-in-box es una forma de envase comercial para alimentos, productos líquidos y semilíquidos, compuesta de tres elementos, como se muestra en la figura No 3:

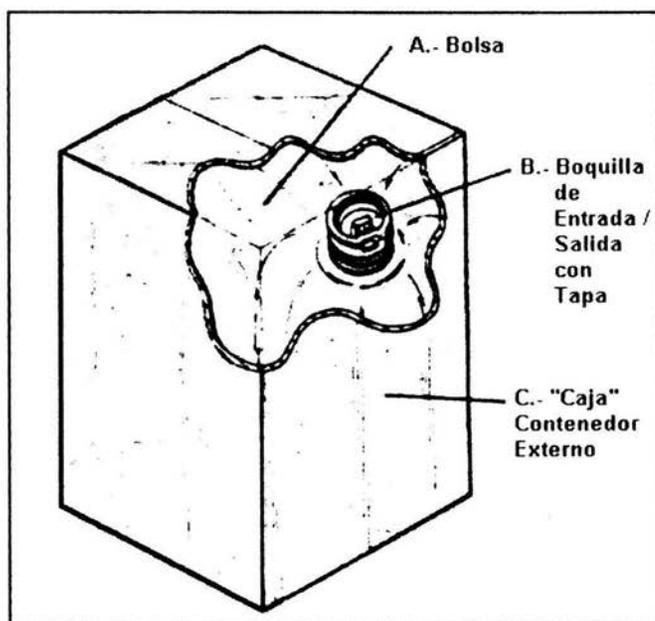


Figura No. 3: Un envase bag-in-box, para productos líquidos consistente en bolsa (A); un tubo de entrada/descarga con tapa (B); y un contenedor externo caja (C). (Brody/Marshall, 1997)

(A) Una bolsa flexible, colapsable, completamente sellada hecha de una o más películas sintéticas plegables.

(B) Un cierre y un pico tubular a través del cual el contenido se introduce y posteriormente se dispensa (Boquilla).

(C) Una caja rígida fuera de la bolsa, que usualmente se usa una vez, pero en algunas ocasiones se usa más veces.

El concepto de bag-in-box aparece en los E.U.A. en 1950; a principios de 1957 el envase se introdujo en la industria lechera en forma de dispensador, una sola capa de bolsa para un bulto de leche. Para 1962, fue que ganó aceptación y se reemplazó por un envase retornable de 5 gal. (19 l) que se usó en los dispensadores institucionales escolares.

Durante este primer periodo, las bolsas fueron manufacturadas con una película tubular. Inicialmente, las propiedades físicas de la película mono-capa (principalmente de homopolímero de polietileno) limitó sus aplicaciones y el equipo de llenado era lento y a menudo impreciso. Esta situación cambió significativamente con la introducción en 1960 del Etil-Vinil-Acetato (EVA), película de copolímero que provee adicionalmente sellabilidad y resistencia a la tensión y al doblado/quebrado.

Para 1965, aparecen las llenadoras de dos cabezas ofreciendo capacidades semiautomáticas de cerrado; se desarrolla la automatización de formado de cajas, cerrando y guardando el paso. También en este año, propietarios de equipo de fabricación de bolsas, lograron hacer bolsas de un solo rodillo laminado sellado por los cuatro lados.

A mediados de 1970, se pusieron en línea máquinas llenadoras que automáticamente colocaban bolsas llenas dentro de las cajas. A esto, le siguió el llenado totalmente automatizado, equipos que aceptaban una alimentación continua de bolsas en línea, separadas, llenadas y selladas también, y posteriormente colocadas dentro de las cajas. Mientras tanto, se desarrollaron

películas de barrera (ver polímeros de barrera) con mejores características de manipulación y almacenamiento.

Películas multicapa de polietileno coextruido con cloruro de polivinilideno (PVDC), que provee una barrera al oxígeno, como el Saranex (Dow Chemical Co.), estuvieron disponibles y se comercializaron a principios de 1970. La aplicación de esta película de barrera permite envasar productos sensibles al oxígeno como vinos y alimentos ácidos como jugos de piña y jitomate.

A principios de 1979, aparecen capas múltiples laminadas, combinando hojas o sustratos de poliéster metalizado, las cuales fueron ampliamente utilizadas a partir de 1982 (ver película poliéster). Tales laminaciones se unen térmicamente o adhesivamente, y en algunos casos la capa adhesiva se aplica por derretimiento caliente extruido. (ver adhesivos; co-extrusión). Actualmente, la película de barrera más comúnmente usada en los E.U.A. es una tri-capa laminada formada por:

2mil (51 μm) EVA / 48 calibre (325 μm) Poliéster Metalizado / 2mil (51 μm) EVA

Las propiedades de barrera del poliéster metalizado son directamente proporcionales a la densidad óptica del depósito de metales. Las películas multicapas extruidas, combinando las propiedades de barrera del Etil Vinil Alcohol (EVOH), la fuerza del nylon y sensibilidad del polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), se usan satisfactoriamente en algunas aplicaciones de bag-in-box. La sensibilidad a la humedad por el EVOH es una limitante para usarse en películas.

En la actualidad se usan máquinas de llenado completamente automáticas con 6 cabezas que manejan 40 bolsas de 2 litros por minuto. Las películas se han perfeccionado y especializado para reunir requerimientos específicos de

envasado para procedimientos como el llenado en caliente a temperaturas de 200 °F (93,3 °C). Las bolsas también se preesterilizan por radiación, para llenarse con diversos productos alimenticios aceptablemente procesados, para almacenarse en ambiente sin preservativos (ver envase asépticos). Existen otros diseños de bolsas más resistentes y atractivos para unidades de venta al consumidor.

(Brody/Marshall, 1997)

En este sistema el producto se vierte dentro de una bolsa de plástico, la cual cuando se llena se coloca dentro de otro contenedor protector, el cual puede ser un tambor de metal o una caja de cartón; en el caso de bolsas grandes, el llenado ocurre después de que esta se coloca dentro del tambor o la caja. Las bolsas se suministran prefabricadas para su llenado, esterilizadas en forma de (layflat). Desde que las bolsas se sellan, hasta que se llenan, la superficie interna en contacto con el producto queda estéril. Típicamente, las bolsas son laminadas de 3 o 4 capas, de las cuales una es material de barrera tal como: PVC/PVDC Copolímero; EVOH Copolímero y PET Metalizado. Las otras capas generalmente son basadas en LDPE para dar buenas propiedades de sellado.

Varios tipos de conectores y válvulas se usan antes del llenado, solo es necesario esterilizar las superficies expuestas en la válvula de llenado y el conector, los cuales entran en contacto con el producto. Las válvulas se construyen en material de plástico, generalmente de polietileno de alta densidad, de polipropileno o de acero inoxidable 316. Las tapas se construyen de plásticos similares o de hoja de aluminio laminada con polietileno para poder sellarse con calor para el ajuste.

En uno de los sistemas, una bolsa de plástico que ha sido cerrada con una tapa especial y preesterilizada por radiación gamma (25 kGy) es puesta dentro de una cámara de llenado dentro de la cual solo se introduce la parte superior del envase con el tapón. Después de remover la tapa en los alrededores estériles el

producto se llena y la tapa se reemplaza y ajusta. Entonces se remueve la bolsa llena y se coloca en una caja de cartón corrugado.

Otro sistema utiliza una cámara de llenado que se presuriza con aire estéril a 275 °C. El tubo de descarga se pone dentro de una cámara de llenado donde se rocía un bactericida sobre el tubo de descarga y la tapa. Entonces se remueve la tapa, se evacua el aire de la bolsa, se llena la bolsa y nuevamente se remueve la tapa. Inicialmente la esterilización se lleva hasta la salida introduciendo vapor a 276 kPa por 30 minutos.

El uso de una solución bactericida es la característica de otro sistema, en donde la tapa se fija a la cabeza de llenado y se sostiene en el lugar por medio de vacío. La cámara interna se esteriliza por un tratamiento con una solución de Yodo al X% por 30 segundos a 50 °C. La cabeza de llenado desciende y perfora la membrana de la tapa de la bolsa, la cual se infla con gas inerte estéril, se llena asépticamente y se remueve el gas por succión. Después del llenado, el tubo se contrae en un alojamiento y la tapa se sella con calor.

En otro sistema se emplea vapor saturado bajo presión para esterilizar la válvula de llenado y la válvula del envase. La secuencia de la operación de uno de tales llenados se muestra en la figura No. 4.

La válvula de llenado sujeta a la bolsa durante su fabricación, consiste en un cuerpo con una cabeza selladora completa, una membrana que preserva la esterilidad del interior de la bolsa vacía y otra membrana interna que se sujeta parcialmente al cuerpo.

El vapor saturado se aplica durante 3 segundos a una temperatura de 150 °C para esterilizar la superficie de la otra membrana y el sistema de llenado.

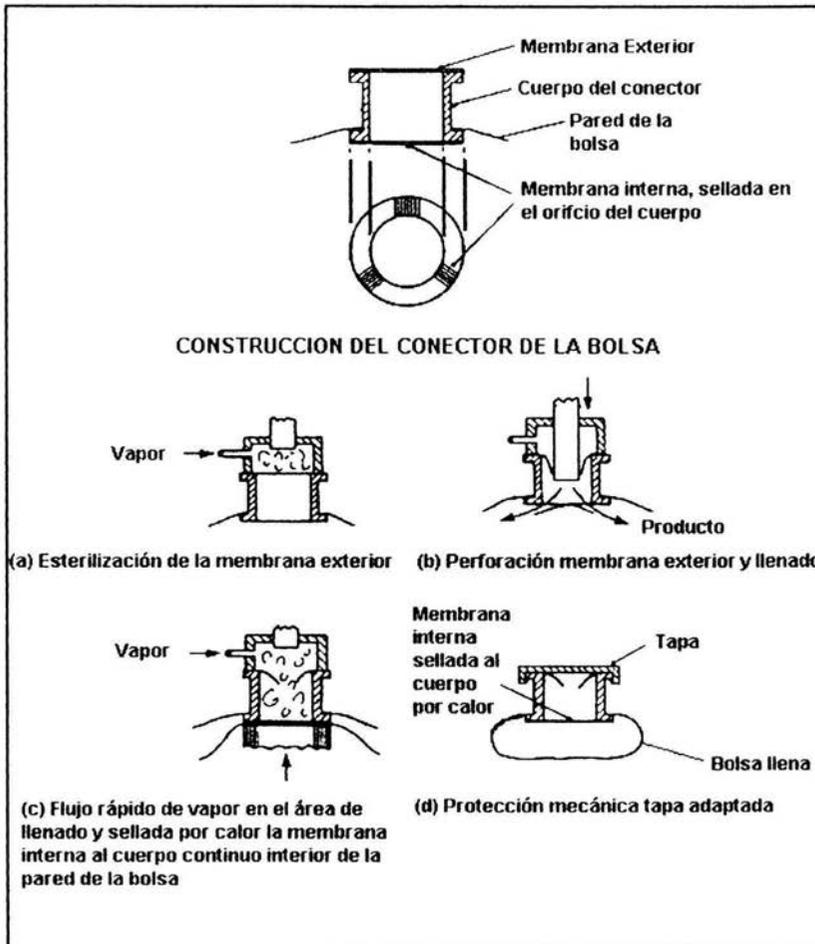


Figura No. 4: Operaciones de llenado de una forma de bag-in-box aséptica usando esterilización por vapor. (Robertson, 1992)

Después del pinchazo la otra membrana de la bolsa se llena a través del espacio de la membrana interna y el cuerpo del conector. Cuando la bolsa está llena, el área de llenado se inyecta con vapor y la membrana interna se sella con calor a la cara interna del cuerpo del conector; el calor y la presión se

aplican fuera de la pared de la bolsa a través y por debajo de la misma. La elección de materiales es tal que el calor y la presión no forman un sello entre la membrana y la capa interna, solo entre la membrana y el cuerpo del conector, entonces se aplica una tapa u otra protección mecánica al cuerpo del conector para prevenir que se rompa la membrana interna que impide el paso a las bacterias. El producto se remueve de la bolsa usando una tapa especialmente diseñada para penetrar la membrana interna y controlar el flujo del producto.

En otros tipos de sistemas diseñados exclusivamente para bolsas de 1000 litros, una válvula giratoria de rosca unida a la bolsa durante su fabricación se usa como cerradura interna con la cabeza de llenado que vacía la válvula con vapor a 140 °C por 2.5 min. El tiempo de esterilización, relativamente largo, se determina por la necesidad de esterilizar las partes internas del sistema de la válvula. Entonces, la cabeza llenadora desenrosca la válvula y llena la bolsa, vacía los asientos de la válvula con vapor y resella la válvula por rotación. Una característica única de este sistema es que esa parte del producto se extrae asépticamente dejando el balance estéril inmóvil para futuros almacenamientos. Esto se alcanza usando un sistema de llenado total cubierto, el cual se purga con vapor durante la operación para que el producto se remueva de la bolsa sin recontaminación.

(Robertson, 1992)

La versatilidad de este sistema de envasado se usa para una extensa variedad de productos líquidos, en el intervalo de baja viscosidad como la leche y también para alta viscosidad como pasta de tomate.

El sistema bag-in-box, consta de una bolsa plástica (envase primario) equipada con un tubo de entrada/descarga cubierta por una válvula.

Este montaje se encuentra dentro una unidad de soporte (envase secundario) que puede ser de cartón corrugado, plástico, acero, fibra de madera o madera,

dependiendo del tamaño de la bolsa y del producto final. La bolsa se diseña para contener el producto y cumplir en todos los requerimientos de protección, incluyendo una barrera al oxígeno que sea suficiente para proteger el contenido del alimento. La válvula se fabrica de una mezcla de caucho termoplástico y poliolefina o simplemente de polietileno, es parte del tubo de entrada/descarga, el cual se diseña como una parte integral de la bolsa en el proceso de manufactura de la misma.

Esta combinación de tapa/tubo de entrada/descarga sirve como puerto de entrada en las operaciones de llenado, y también se usa como puerto dispensador en algunas aplicaciones o uso final. La unidad de soporte porta los gráficos, protege la bolsa durante el almacenaje y embarque permitiendo apilar en almacenes los envases en pallets o apilar individualmente para tiendas en estantes individuales. El sistema reemplaza a muchos de los envases rígidos fabricados de metal o vidrio, porque ofrece una reducción substancial en peso y costos sobre los envases tradicionales. Por ejemplo, este envase también provee y asegura un mejor dispensado del producto.

En el caso del vino y otros líquidos sensibles al oxígeno este sistema ofrece una ventaja adicional sobre el vidrio: como el líquido se dispensa/llena a través del tubo de entrada/descarga en la bolsa colapsada este no se ve afectado por el oxígeno a diferencia de la botella de vidrio en la que el aire se reemplaza por el volumen que va desplazando el líquido y acelera el deterioro del contenido, esta característica permite a los consumidores la conveniencia de comprar líquidos sensitivos al oxígeno en grandes contenedores sin sacrificar su calidad, este es un factor particularmente importante en los mercados institucionales donde los envases de grandes tamaños son comunes.

Este envase se usa en intervalos que van de 1 a 330 galones. En el Cuadro No. 4 se muestra por orden la clasificación de alimentos:

(Jenkins/Harrington, 1991)

Cuadro No. 4: Sumario de Construcción de Bolsas Asépticas en diferentes procesos de producción de alimentos.

ALIMENTO	CANTIDAD	BOLSA MATERIAL DE CONSTRUCCION OTROS COMENTARIOS
Productos de leche Mezcla de helado de crema Mezcla de leche batida Mezcla de yoghurt congelado Leche fluida Crema Mantequilla de leche Grasa de leche (Anhyd)	2-3 Galones 2-3 Galones 2-3 Galones 5-6 Galones 55-300 Galones 55-300 Galones 55-300 Galones	PE/EVA bolsa en refrigeración almacenada 7-10 días de vida de anaquel PE/EVA con ambiente refrigerado Almacén/Transporte La vida de anaquel del yoghurt y de las mezclas pueden alargarse 45 días por procesamiento y envasado asépticos seguido de un almacenamiento y transporte refrigerados.
Vino al menudeo Vino institucional	2-6 litros 10-60 litros	Met.PET/PE Vida de anaquel aproximadamente 9 meses
Bebidas no alcohólicas Jugos y ponches de manzana, uva y cítricos Bebidas ligeras de jarabe y concentrados de jugo	3-6 litros al menudeo 10-20 litros Institucional 10-20 litros Institucional	Met.PET/PE Puede ser aséptico o no aséptico PE/EVA/Nylon/Met. PET/Pe Diluido en el punto de venta.
Frutas tropicales (como purés o fruta machacada de piña o Piña, papaya, guayaba, mango, plátano, fruta de la pasión, crema de coco	3-6 Gal. Institucional 55-300 Gal. (bulto)	jugo concentrado de piña) Procesado asépticamente Met.PET/PE Con simple o doble capa
Frutas cocidas (Como purés, pulpa, cuadros o rebanadas) Chicharo, pera, manzana, albancoque, bayas.	1-6 Gal. Institucional 55-300 Gal. Bultos	Igual que en "Frutas Tropicales"
Productos de tomate Como puré, pasta, machacado, cuadros, ketchup, salsa de pizza	2-6 Gal. Institucional 55-300 Gal. Bulto	Procesado Asépticamente Met.PET/PE (contenido alto en acidez permite usar construcción de barreras moderadas contra frutas bajas en acidez como abajo)
Productos formulados de fruta Cubierta base fruta, fruta para dar sabor a helados y yoghurt	Ver productos de tomate	Met.PET/PE con una o doble capa dependiendo del contenido. Usualmente para procesos asépticos
Condimentos Mayonesa, aderezos de ensalada, aceites comestibles, mostaza	Ver productos de tomate	Met.PET/PE Llenado en caliente o aséptico dependiendo del contenido y de los requerimientos de vida de anaquel
Productos de huevo Huevo entero líquido Yema de huevo salada	3-5 Gal. Institucional 55-300 Gal. Bulto	Nylon/PE o Met.PET Procesos asépticos y refrigerados para almacenes y transportes
Otros Productos bajos en acidez Sopas, condimentos, estofados. Leche de coco, salsa, pasta de zanahoria	Ver productos de huevo	Met.PET/PE Con una o doble capa procesos asépticos.

(Jenkins/Harrington, 1991)

El cuadro No. 4 nos muestra para diferentes alimentos líquidos procesados asépticamente, el tipo de bolsa que se construye, de acuerdo a lo que se quiere envasar con diferentes tipos de material que proporcionen características de estructura, barrera y sello, también podemos analizar que las películas que intervienen en el sellado de la bolsa son el Etil Vinil Acetato (EVA), el Polietileno (PE) y el Polietileno Teraftalato Metalizado (Met. PET).

2.11 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA BOLSA DEL SISTEMA BAG-IN-BOX.

En general, los grandes fabricantes de envases bag-in-box, diseñan, desarrollan y fabrican envases dentro de los requerimientos y especificaciones de cada cliente. Los contenedores varían en capacidades pequeñas, dispensadores e institucionales (de 2 – 20 l), para procesos grandes y transportación de paquetes de 55 a 300 gal. (200 – 1000 l).

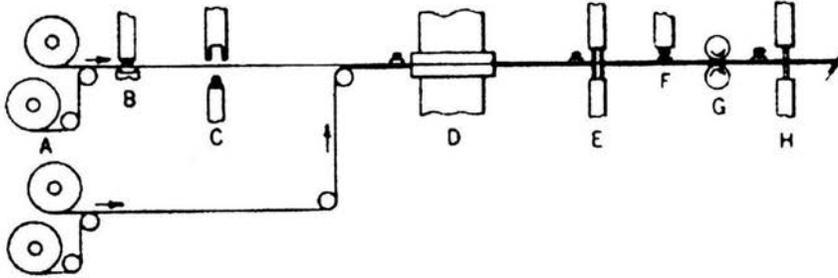
(Brody/Marshall, 1997)

2.11.1 Bolsa

Las principales consideraciones en la elección de una película o laminado para la construcción de la bolsa son la fuerza, la flexibilidad, la impermeabilidad y los factores críticos adicionales de resistencia al calor con un creciente número de aplicaciones. En el caso de laminados, el enlace entre las capas de materiales disímiles se debe mantener en un nivel alto, los requerimientos mínimos son de 1.1 lbf (500 gf) por pulgada (2,54 cm). Películas y laminados deben ser muy resistentes y también ser compatibles con el producto a envasar.

Simultáneamente la composición apropiada de la película se determina para una aplicación aséptica, la fabricación típica de la bolsa se representa en la figura No. 5:

(Brody/Marshall, 1997)



- A. El proceso inicia con dos o tres pares de rodillos con películas enrolladas, las cuales posteriormente se desenrollan para formar cada uno de los laminados o caras de la bolsa;
- B. Conforme la bobina avanza intermitentemente, se perfora una de las laminas o cara de la bolsa para;
- C. Sellar el tubo de entrada/descarga, y posteriormente;
- D. En una, doble o triple película laminada en predeterminados puntos dependiendo del tamaño final de la bolsa, es formada para ser selladas las dos películas laminadas a lo largo de sus lados,
- E. Después son selladas las bolsas transversalmente; Por lo tanto las bolsas para líquidos son naturalmente planas. El tiempo preciso y la temperatura adecuada deben mantenerse para generar el sello entre las películas delgadas, el espesor desigual da como resultado arrugas o dobleces que deben ser evitados porque no serán completamente selladas las bolsas.
- F. Una tapa amovible de quita y pon, es aplicada al tubo de entrada/descarga;
- G. Y después de pasar por los rodillos tiradores;
- H. Las bolsas son cortadas aparte como fin de la operación.

Figura No. 5 Procedimiento de fabricación de una bolsa para el sistema bag-in-box típica. (Brody/Marshall, 1997)

2.11.2 Materiales de envasado aséptico

La versatilidad de la tecnología aséptica permite el uso de materiales de plástico y poliolefinas para envasado bag-in-box, como se ilustra en el cuadro No. 5:

(Brody/Marshall, 1997)

Cuadro No. 5: Sumario de máquinas llenadoras asépticas para el sistema bag-in-box.

Tipo de Llenadora Fabricante	Suministro de Material de Envase	Envase de Llenado	Esterilización del Envase
Alfa Tetra Laval StarAsep, Tetra Pack Plastic, Linconshire IL.	Bolsas Preformadas - Preesterilizadas	Bag-in-Box	Esterilización de la bolsa por Irradiación, Tubo de carga/descarga con vapor.
Fran Rica, FR Manufacturing Stockton, CA.	Bolsas Preformadas - Presterilizadas.	Bag-in-Box (Caja / Tambos)	Esterilización de la bolsa por Irradiación, Tubo de carga/descarga con vapor.
Liqui-Box, Liqui Box Corp., Worthington. OH.	Bolsas Preformadas Preesterilizadas	Bag-in-Box	Esterilización de la bolsa por Irradiación, Tubo de carga/descarga con niebla de peróxido
Scholle, Scholle Corp., Irvine, CA.	Bolsas Preformadas - Preesterilizadas.	Bag-in- Box/Compartimiento	Esterilización de la bolsa por Irradiación, Tubo de carga/descarga con vapor

(Brody/Marshall, 1997)

1. El material del envase debe ser aceptable para usarse en contacto con el producto propuesto y debe cumplir con los requerimientos de migración de material aplicable.

2. Para asegurar el contenido del producto y el mantenimiento de la esterilidad, es necesaria la integridad física del envase. El término integridad se aplica para definir la correcta estructura del envase, su cerrado y sellado, para asegurar la validez del envase y hermeticidad durante la manipulación y distribución.
3. El material de envase debe tener la capacidad de ser esterilizado y ser compatible con el método de esterilización usado (calor, químico o radiación).
4. El envase debe proveer la protección de barrera necesaria para mantener la calidad del producto hasta ser usado. La protección de barrera es el medio de control sobre la transmisión del oxígeno, humedad, luz y aromas a través del envase que requiere el producto.

(Brody/Marshall, 1997)

2.11.3 Estructura y composición del envase

Las bolsas flexibles del sistema bag-in-box, se fabrican principalmente en complejo de PET/aluminio/PET//PE o en PET/EVOH/PET//PE.

(Multon, 1995)

Comparada con los envases de metal y de vidrio, la estructura y composición de los envases asépticos es mucho más compleja y variada, y depende de la aplicación del producto, tamaño de envase y tipo de envase. Factores tales como fuerza e integridad de sellado, forma del envase, rigidez y durabilidad así como las propiedades de barrera, se determinan por la elección y/o combinación del material requerido.

En muchas aplicaciones, los envases asépticos incorporan más de un material en la estructura que es ensamblada por laminación o proceso de coextrusión. Ejemplo de algunos materiales que se utilizan comúnmente en el envasado aséptico, así como atributos funcionales del material seleccionado son presentados en el cuadro No. 6, que muestra semejanzas y diferencias entre estos ejemplos. Se hace notar que el costo es un factor importante en la selección del material para darle atributos, cuando más de un material disponible exhibe las mismas propiedades funcionales. (ver coextrusión y polímeros de barrera).

Cuadro No. 6: Atributos funcionales de algunos materiales de envasado aséptico.

Material	Propiedad de Barrera			Sello calidad y adhesión	Durabilidad		
	O ₂	H ₂ O	Luz		Rigidez	Desgarre	Punción
Cartón Papel			X		X		
Hoja de Aluminio	X	X	X				
Película Metalizada	X		X				
Acido de Etileno Acrílico				X			X
LDPE		X		X			
LDPE Lineal		X		X		X	X
Nylon						X	X
Polipropileno PP		X		X		X	
Poliestireno PS					X		
Cloruro de Polivinilideno PVDC	X	X					
Etil Vinil Alcohol EVOH	X						
Etil Vinil Acetato EVA	X			X		X	X
Poliéster PET				X	X		

(Brody/Marshall, 1997)

Conforme a la información proporcionada en el cuadro No. 6, la bolsa del sistema bag-in-box, forzosamente requiere un laminado genérico comprimido de nylon, película metalizada y polietileno de baja densidad, en ese orden, para cumplir con los requerimientos funcionales del envase y del producto. Para

determinar la selección del material más apropiado para una aplicación de un envase en particular, la bolsa debe ser resistente a los pinchazos, durable, con protección de barrera resistente al quebrado, y capacidad para sellar herméticamente usando una superficie en contacto con el producto relativamente barata.

(Brody/Marshall, 1997)

2.12 POLÍMEROS UTILIZADOS EN EL SELLADO DEL SISTEMA BAG-IN-BOX.

Durante los últimos 50 años, se ha desarrollado la industria petroquímica en Latinoamérica y a nivel Mundial, ofreciendo una amplia gama de materias primas para la fabricación de empaques flexibles. Todos los polímeros se obtienen a partir de procesos de condensación, adición, polimerización o copolimerización.

(www.envapack.com, 2000)

2.12.1 Características de los plásticos

Como se menciona, los plásticos resultan una alternativa de envase en lugar de otros materiales tradicionales, sin embargo decir plástico es tan general que puede no decir nada sobre las características de los mismos. De antemano se aclara que no existe el "plástico perfecto" que funcione para toda aplicación, por lo que cuando se diseña un material de empaque, debe hacerse pensando en las necesidades específicas del producto.

Los diferentes plásticos se desarrollan para cubrir necesidades específicas, por lo que existe una gran cantidad de ellos. En envase, los plásticos se utilizan básicamente para la manufactura de recipientes, botellas, garrafas, vasos,

sobres, bolsas, estuches y tapas, y también se utilizan como elementos de protección en embalajes en forma de películas.

Las bolsas y sobres, que se fabrican de uno o varios plásticos laminados, logrando características muy favorables para la conservación del producto, generalmente están orientados a:

- Impermeabilidad a gases
- Que no imparta olores y/o sabores
- Protección a la luz y rayos ultravioleta
- Buen deslizamiento en máquinas
- Optimo sellado
- Resistencia al rasgado, punción

La impermeabilidad a gases de los plásticos, resulta una propiedad de mucha importancia para el envasado de alimentos ya que, principalmente el O₂, reduce la vida de anaquel de los alimentos.

Por sus características de uso los plásticos se pueden clasificar en plásticos estructurales, de barrera y de sellado.

2.12.1.1 Plásticos estructurales

Donde su mayor participación consiste en brindar cuerpo y resistencia al recipiente final, en esta clasificación se encuentran: Policarbonato (PC), Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poliestireno(PS), Cloruro de Polivinilo (PVC), Polietilen Tereftalato (PET).

2.12.1.2 Plásticos de barrera

Estos polímeros se usan para brindar una barrera a gases y humedad, y en ocasiones no presentan solo un envase, sino que se presenta con otros

plásticos en estructuras coextruidas. Dentro de la clasificación se encuentran: Cloruro de Polivinilideno (PVDC), Etil Vinil Alcohol (EVOH), Copolímero Acrilonitrilo Metacrilato (BAREX®), Polietilen Tereftalato (PET).

2.12.1.3 Plásticos para sello

Son polímeros que se usan para lograr sellos adecuados en estructuras flexibles, incluso en presencia de producto con gran contenido de grasas, por ejemplo en el caso de un sobre que contiene un producto con grasa es conveniente que el sello se realice con Surlyn® o Polietileno lineal (LLPDE), ya que cuando un sello se contamina del producto envasado suceden dos cosas: que simplemente no selle, o que aparentemente selle, sin embargo en un periodo de tiempo corto el sobre comienza a abrirse, lo cual resulta contraproducente ya que esto último puede ocurrir en el propio mercado, en esta clasificación se encuentran: **Polietileno de Baja Densidad (LDPE), Polietileno Lineal (LLDPE), Etil Vinil Acetato (EVA), Ionómero (SURLYN®).**

(Rodríguez, 1997)

Como se analizó anteriormente las películas que intervienen en el sellado de la bolsa del sistema bag-in-box, son el Etil Vinil Acetato (EVA), el Polietileno (PE) y el Polietilen Tereftalato Metalizado (Met. PET), por lo cual procederemos a describir cada uno de ellos.

2.12.2 Polietileno

El polietileno (PE) puede transformarse para aplicación en envases flexibles, por los procesos de extrusión o coextrusión directa.

Los polímeros más importantes que se utilizan para fabricar laminados flexibles, se procesan por el sistema de extrusión (o coextrusión) directa, ya sea para

recubrimientos o para laminación son el polietileno de baja densidad y el polietileno lineal.

2.12.2.1 Polietileno de Baja Densidad (LDPE)

Es el más utilizado para fabricar laminados flexibles por extrusión (recubrimientos y laminaciones), dentro de esta categoría hay varias clases, dependiendo del grado de fluidez (MELT-INDEX o índice de fusión) de los aditivos, etc. Los diferentes polietilenos de baja densidad se fabrican a partir de polimerización a altas presiones de gas etileno (50000 psi y 300 °C).

En otras palabras los diferentes polietilenos de baja densidad para fabricar laminados flexibles por el sistema de extrusión (recubrimientos o laminaciones) son de importación, en especial de E.U.A.

(www.envapack.com, 2000)

Formas: Piezas sólidas y película.

Características: En piezas sólidas es un material blando y translúcido, con resistencia a la elongación. En película se presenta con buena transparencia y alta resistencia a la elongación, buena barrera a humedad y muy pobre barrera a gases.

Usos: Es el material más económico que se encuentra en el mercado, se utiliza comúnmente para la fabricación de bolsas de plástico, frascos para bebidas infantiles, tapas con sellos de inviolabilidad y en película como elemento de sello en estructuras flexibles, así como también en películas termoencogibles usadas en charolas.

(Rodriguez, 1997)

2.12.2.2 Polietileno lineal (LLDPE)

Es un tipo de polietileno de baja densidad, relativamente nuevo, el cual se produce por sistema de polimerización catalítica a baja presión (100 a 300 psi y 100 °C) utilizando etileno, alfaolefinas y catalizadores organometálicos. Su costo de producción (por no necesitar altas presiones) es considerablemente menor que el del polietileno tradicional de baja densidad; debido a sus excelentes propiedades mecánicas y de alta sellabilidad a un amplio rango de temperatura mayor que el polietileno de baja densidad, se está imponiendo en el mercado mundial.

(www.envapack.com, 2000)

Formas: Película

Características: Altamente elongable, se utiliza como agente de sello en presencia de grasas.

Usos: Material que se usa para la fabricación de películas estirables propias para sujetar estibas, también se utiliza como elemento de sello en estructuras flexibles donde se envasa producto con contenido de grasas.

(Rodríguez, 1997)

2.12.3 Etil Vinil Acetato (EVA)

Este tipo de copolímero del etileno es muy usado por su buena sellabilidad, mayor flexibilidad, elongación y claridad que el polietileno de baja densidad. Sin embargo, a medida que aumenta el porcentaje del contenido de vinil acetato en el copolímero (el cual varía desde 2 a 18%) disminuyen sus propiedades de barrera, aumentando su sellabilidad. Las películas de EVA reemplazan en muchos casos tanto al polietileno de baja densidad como al PVC plastificado.

(www.envapack.com, 2000)

Formas: Como mezcla con polietileno y como agente de sello.

Características: la mezcla de polietileno de baja y alta densidad, da como resultado un polímero resistente a la despolimerización por efecto de temperaturas de congelación, así como por efecto de degradación de químicos como los detergentes.

Usos: envolturas de productos congelados (paletas, helados) y envases rígidos para detergentes.

(Rodríguez, 1997)

2.12.4 Polietilen Tereftalato (PET)

El poliéster (Polietilen Tereftalato), se produce por policondensación del etilenglicol con el ácido tereftálico. La resina obtenida se procesa por extrusión o coextrusión (cast o soplado) y biorientación. Después de obtener la película, puede modificarse en su superficie para ser tratada químicamente o con descarga eléctrica para que resulte apta para su posterior impresión. Un aspecto muy importante es su alta resistencia, la cual la hace apta para bolsas que contengan alimentos para calentar en la misma bolsa (boil-in-bags); bolsas esterilizables (retort-pouches) y tapas para cajas horneables. Existe un poliéster termosellable, que se obtiene por la coextrusión con poliéster amorfo.

Este tipo de poliéster se utiliza tal cual para envasado de galletas en máquinas horizontales. Otro tipo de poliéster es el recubierto con SARAN, el cual tiene alta barrera a gases y humedad y es termosellable, esta barrera aumenta aún más con la metalización.

Los laminados flexibles que utilizan poliéster metalizado, tienen la ventaja de que la metalización no sufre a pesar del maltrato durante el maquinado, transporte o por parte del usuario final, lo cual si ocurre con laminados flexibles,

poliéster transparente y foil de aluminio. El poliéster se utiliza mucho en el empaque de quesos y carnes procesadas. El poliéster metalizado se usa para empaques de café molido, líquidos, snacks y para envasar vinos por el sistema de bolsa en caja (bag-in-box).

(www.envapack.com, 2000)

Formas: El PET es un poliéster grado botella, utilizado para envases rígidos, sin embargo también se encuentra en forma de película siendo esta forma a la que se le conoce como poliéster.

Características: Es un material que tiene una buena barrera a gases y humedad, de gran resistencia al rasgado. Sumamente transparente y brillante, no se fractura.

Usos: en envases tiene un gran uso en bebidas carbonatadas y agua purificada, envases para enjuagues bucales, tarros para alimentos que no sean envasados a temperaturas mayores a 60 °C, ya que a esta temperatura el envase se deforma rápidamente. Cuando requiere llenarse a temperaturas mayores, se tiene la alternativa del PET cristalizado (CPET), que permite un llenado de hasta 85 °C. A nivel película, su característica de alta barrera a gases lo hace idóneo para el envasado de productos que requieren una buena barrera al oxígeno, o para conservar una atmósfera modificada.

(Rodríguez, 1997)

2.12.5 Polietilen Tereftalato metalizado (PET Met)

Las películas metalizadas, en especial el poliéster biorientado, en años anteriores se utilizaban para efectos decorativos, pues su apariencia metálica pero plástica causaba gran impacto en las ventas. Sin embargo, para dar un producto de alta barrera y alta adherencia del metalizado a la película, últimamente hay una gran evolución en el desarrollo de las máquinas

metalizadoras y también en las películas base. Con esto aumenta la gama de posibilidades en los empaques flexibles. El sistema de metalizado de películas, consiste en una máquina en donde se hace un alto vacío, el cual permite que se sublime el aluminio (u otro metal) al calentarse hasta 1250 °C. Al pasar directamente al estado de vapor el aluminio se condensa luego sobre la película, quedando así metalizada. La deposición del metal es uniforme (sin perforaciones o "pinholes") y tiene un espesor de una millonésima de pulgada o aproximadamente 0,20 gr/m² de peso.

El más reciente sistema de metalización es el llamado "Sputtering" o bombardeo de iones desde la superficie del metal, usando altos voltajes. Los iones así producidos se depositan sobre la superficie de la película plástica. Las ventajas sobre el sistema tradicional anteriormente descrito son, que hay mayor uniformidad en la metalización, menor efecto reflexivo y la posibilidad de usar metales con mayores puntos de vaporización que el aluminio, el acero inoxidable y el titanio.

Otra nueva tecnología en la metalización, consiste en la "capa supermetalizada", la cual aparte de tener un mayor espesor de metal, como su nombre lo indica, resuelve el problema de sensibilidad al calor de las películas plásticas que se van a metalizar, así como también los problemas de cohesión del aluminio metalizado y los costos de producción. Con este nuevo proceso se obtienen películas con una mayor consistencia en la deposición, mejor brillo y estética. Pero lo más importante es que se obtienen mejores propiedades de barrera. Por ejemplo, el poliéster metalizado con este sistema presenta una barrera al vapor de agua de 0,003 gr/in² por 24 horas, o sea 10 veces mayor que el poliéster metalizado convencionalmente. Lo mismo sucede con la barrera al oxígeno, la cual es de 0,01 cm³/in² por 24 horas o sea que se incrementa de 8 a 10 veces la barrera del poliéster metalizado convencional. Con este nuevo proceso también se aumenta la barrera a la luz ultravioleta, con lo cual se elimina la posibilidad de rancidez de los aceites. En E.U.A. y Europa el principal

mercado para películas metalizadas es el de envasado de snacks y café, además se utiliza también para etiquetas y aislamiento térmico de edificios.

(www.envapack.com)

Cuadro No. 7 Propiedades físicas y térmicas de los (polímeros) plásticos que intervienen en el sellado del sistema bag-in-box.

PELICULA	RANGO DE TEMPERATURA DE SELLADO °C	RANGO MAXIMO Y MINIMO DE USO DE TEMPERATURA °C	FUERZA DE TENSION lb in ² @ RT	ELONGACION %	FUERZA DE RASGADO ELMENDORF GM/mil
POLIESTER	162 A 232	-60 A 148	25000 A 40000	50 A 120	12 A 40
POLIETILENO					
BD	110 A 204	-57 A 82	HASTA 12000	200 A 800	50 A 300
MD	121 A 204	-57 A 93	HASTA 17000	50 A 650	50 A 300
AD	127 A 218	-57 A 121	2400 A 6100	10 A 650	15 A 300
EVA FLEXIBLE	66 A 148	48 A 82	1000 A 3500	400 A 800	---

(Schwartz/Goodman, 1982)

En el cuadro No. 7, se presentan diferentes características térmicas y físicas que presentan los polímeros que intervienen en el sellado del sistema bag-in-box, presentamos el rango de temperatura que deben alcanzar las barras de sellado en la fabricación de la bolsa, el rango de temperatura que se puede manejar en el producto al ser introducido a la bolsa de acuerdo a la capa que este directamente en contacto con el alimento, la fuerza de tensión y elongación que al bolsa puede tener de acuerdo al material, obviamente esta fuerza se vera modificada por los demás componentes de la misma, y finalmente la fuerza de rasgado.

2.12.6 Películas

Aunque el término "películas plásticas" implica que son termoplásticas, esto no es necesariamente cierto como veremos luego, se refiere al hecho de que todas ellas provienen de polímeros termoplásticos que se procesan en varias formas

para dar lugar a diferentes clases de películas. Existen dos principales sistemas para producir estas películas plásticas y son la extrusión (y coextrusión) y el calandrado. El segundo se usa básicamente para producir película (y lámina) de PVC plastificada. En cuanto a la extrusión se dice que es el sistema más utilizado para producir películas plásticas, que cubre a su vez el sistema por soplado el cual utiliza una boquilla o molde circular y el sistema llamado "cast" el cual utiliza una boquilla o labio plano. O sea que en el primer sistema, se produce un tubo de diferentes diámetros según el tamaño de la boquilla y la relación de soplado que se utiliza, la cual se ofrece al usuario o transformador en forma de rollos, ya sea tubulares, semitubulares o simplemente en lámina u hoja enrollada. En cambio, en el sistema "cast" sale la película a través de un labio plano, no en forma tubular sino de lámina continua, que al enfriarse se enrolla. En el sistema tubular, el molde generalmente es giratorio para que el calibre de la película sea uniforme a lo ancho del tubo para obtener así una buena película. El sistema "cast" generalmente calibra perfectamente el molde por medio de sistemas de lectura con rayos beta y control automático de la abertura del molde y de la velocidad, de no ser así, no hay forma de repartir el descalibre como en el caso de la extrusión tubular. El sistema de coextrusión consiste esencialmente en dos o más extrusoras que alimentan un mismo molde especial donde se reúnen íntimamente las diferentes capas de polímeros, el sistema es circular o plano. De tal manera, la película que resulta de la coextrusión es tubular o en hoja, pero de varias capas de polímeros. Por ejemplo: una coextrusión de dos extruders con resinas A y B produce una película de dos capas A-B o de tres capas A-B-A, según el diseño del molde.

Generalmente es posible unir dos termoplásticos disímiles, como una poliamida y una poliolefina, por medio de la adición de un tercer extruder que alimenta un polímero que une los dos polímeros incompatibles. El sistema de coextrusión, por lo tanto, ha sido un éxito en los últimos años en que se han desarrollado polímeros de una increíble barrera a gases (como el EVOH) pero que por sí solos tienen problemas de extrusión simple por su higroscopicidad inherente.

Según la definición de la sociedad estadounidense ASTM, película es una plancha de plástico de 0,25 mm o menos de grosor (espesor).

(Richardson/Lokensgard, 1997)

Las películas se pueden clasificar en películas no orientadas y biorientadas.

2.12.6.1 Películas no orientadas

En los sistemas de extrusión y coextrusión citados antes sin más detalle, se producen películas no orientadas. Esto significa que la película, una vez conformada, no se somete a ninguna clase de tratamiento térmico, mecánico u otro que altere el orden molecular con que sale la del molde. De tal manera, por no poseer ningún orden molecular, las películas no orientadas son en general mecánicamente poco resistentes, termoplásticas, de baja barrera, etc. Sin embargo, tal vez, representan al mayor volumen de las películas plásticas debido a que en términos generales su elaboración es la más económica.

(www.envapack.com, 2000)

2.12.6.2 Películas biorientadas

En las películas biorientadas, el ordenamiento molecular es en la mayoría de los casos, perfecto debido a que las moléculas quedan ordenadas simétricamente (o biaxialmente como también se le denomina). Las siglas en inglés BOPP, significan Polipropileno Biaxialmente Orientado; o sea que en su biorientación, las moléculas son mecánicamente inducidas a seguir líneas de fuerza iguales tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal. El resultado es un tramado molecular que ofrece una gran resistencia mecánica

e impermeabilidad. Entonces la película biorientada deja de ser termoplástica precisamente por la alta tenacidad que adquieren sus moléculas.

(www.envapack.com, 2000)

2.12.7 Coextrusión

Consiste en dos o más plásticos fundidos, soplados al mismo tiempo a través de una tobera plana. Hay dos métodos de coextrusiones: el método de soplado, donde los plásticos fundidos se soplan a través de anillos concéntricos para producir anillos tubulares y el proceso que produce películas sobre bobina o rodillos.

Las películas sopladas se usan para tareas como la horticultura, escombros y sacos postales; mientras que los de moldeo se usan a menudo para materiales altamente sensibles como al envasar alimentos congelados, vinos, etc. Estudios de mercado reportan la necesidad de incluir material coextruido en el empaque flexible, combinando las propiedades de los materiales que ayudan a aumentar la vida de anaquel de los productos envasados. Uno de los factores más importantes es la impermeabilidad a gases como nitrógeno y oxígeno, y para esto se usan resinas como los copolímeros EVOH, PET, PA y otros.

Se producen estructuras de 3, 5 y 7 capas, con una tecnología de coextrusión multicapas adecuada, que proporciona ventajas ante las películas sencillas y las laminaciones. Una desventaja de la coextrusión es que las hojas metálicas no se pueden incorporar en las tapas.

La preocupación por alargar la vida de anaquel de ciertos alimentos envasados en plástico ha encontrado respuesta en las botellas y tarros multicapa fabricados por coextrusión de polipropileno con etileno alcohol vinílico (EVOH). Este material reduce dramáticamente el paso de los gases, entre ellos el oxígeno, lo que resulta de gran utilidad para el envasado de salsa catsup,

mayonesa, ederezos para ensaladas y productos similares que contienen ácidos fuertes.

(Giovanneti, 1995)

La tecnología de coextrusión resulta muy atractiva cuando los productos envasados requieren alta barrera a gases, esta consiste en formar varias capas de diferentes plásticos que unen sus características dando como resultado envases con una baja permeabilidad a los gases.

(Rodríguez, 1997)

2.12.8 Laminación

Laminación es la combinación de 2 o más películas plásticas con papel, aluminio u otros materiales. La razón del laminado es obvia, para producir un compuesto con propiedades superiores a aquellos que podrían ser obtenidos en el mismo espesor con una sola capa de una sola película. Usualmente los resultados son, que el laminado juntará las características buenas de cada uno de los constituyentes. Por ejemplo, una combinación del polietileno-celofán tendrá la tiesura, alargamiento bajo (elongación baja), y la printabilidad buena del celofán, y al mismo tiempo tendrá buena, barrera de humedad y sellabilidad por calor debido al polietileno. Estas propiedades podrían esperarse al combinarse 1 mil. (25 μm) de polietileno con 1 mil. (25 μm) de celofán, considerando que 5 mil. (127 μm) de cualquier otra película sola no podría dar resultados tan buenos como los expuestos al combinarlas.

Normalmente al combinar un material extruido como el polietileno con un substrato sólido como el papel, el polímero simplemente se extruye directamente en el papel creando una película de papel-resina. La resina cierra mecánicamente el papel. Cuando el plástico es estirado por presión hacia un material como la lámina de aluminio, normalmente es necesario tratar la lámina

grabando la superficie o usar un cebador que se formula especialmente para la resina en particular.

Algunos de los cebadores que se han usado incluyen: las polialquilenaminas, titanatos orgánicos, poliuretanos, poliésteres y la sílice coloidal. La opción del mejor cebador para cualquier polímero en particular depende del polímero, de las condiciones de proceso y del uso final de la película completa.

La laminación de capas múltiples de película, raramente se hace debido a la dificultad para controlar el proceso, el aire atrapado y así sucesivamente. Sin embargo, las películas de capas múltiples son hechas normalmente por un proceso conocido como co-extrusión en donde dos o más polímeros son simultáneamente extruidos a través de un dado. En este proceso, varias fusiones de polímeros se introducen en los labios del dado bajo las condiciones de flujo laminado tal que no hay ningún mezclado interno (intermixing), pero la unión ocurre en la interfaz de la capa.

(Schwartz/Goodman, 1982)

Según la definición de la sociedad estadounidense ASTM las películas con un espesor superior a 0,25 mm, se consideran láminas.

(Richardson/Lokensgard, 1997)

Para unir materiales de tan diversa naturaleza se requiere de métodos diferentes, básicamente se utilizan dos formas de unir los diferentes substratos: Por extrusión y por adhesivos.

2.12.8.1 Laminación por extrusión

Cuando se requiere unir dos substratos de diferente naturaleza, una forma de unirlos con una capa extruida de plástico que es colocado entre ambos substratos y que fundido hace las veces de adhesivos.

Uno de los polímeros más utilizados 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 8 g/cm², de este material.

2.12.8.2 Laminación por adhesivos

En el caso de las laminaciones por adhesivos estas se diferencian 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 polietileno, esta debe ser sometida en el proceso de fabricación de esta a un tratamiento eléctrico (tratamiento corona), que modifique su superficie y que de esta forma permita un mejor anclaje del adhesivo.

Una laminación por adhesión con los mismos elementos operativos de una laminación por extrusión resulta menos rígida y de mayor rendimiento.

Existen dos tipos de adhesivos utilizados para laminar tanto por extrusión como por adhesivos.

(Rodríguez, 1997)

2.13 ADHESIVOS

Los adhesivos que se utilizan en la industria de envases flexibles se fabrican en reactores y mezcladores, utilizando según su fabricación, algunas de las siguientes materias primas: almidón, proteínas animales, resinas de PVC, de poliéster, de poliuretano, plastificantes, copolímeros, rellenos, disolventes, etc. Estos se clasifican en:

A) A base de solventes, que se subdividen en:

- No reactivos: Son los que se secan simplemente por evaporación del disolvente que contienen.
- Reactivos: Que generalmente son de 1 o 2 componentes como en el caso de las lacas, y su curado se efectúa al evaporarse el disolvente y empezar así la reacción entre el catalizador y la resina.

B) A base de agua.- Estos adhesivos son quizás los más utilizados. Anteriormente sólo se usaban para laminar substratos con base de papel, por ejemplo: aluminio/papel. En la actualidad se utilizan adhesivos tan especializados que aún se encuentran en proceso de desarrollo.

C) Sin solventes.- Fueron desarrollados hace apenas algunos años con la intención de evitar la contaminación ambiental, y segundo, evitar el olor en laminados flexibles usados para envasar alimentos. Estos requieren un equipo especial para su aplicación y tiene la ventaja sobre los equipos convencionales (que utilizan para laminar los adhesivos anteriormente mencionados), de que no se requiere ningún horno, pues el curado se hace utilizando la humedad ambiente, o la formulación propia de estos adhesivos.

Existen tres tipos de adhesivos:

A) Termoestables.- Son la mayoría de los que normalmente se utilizan para fabricar envases flexibles, ya que se busca que resistan temperaturas de sellado en máquinas envasadoras.

B) Termoplásticos.- Básicamente son utilizados para ciertas estructuras que se laminan activando por calor dichos adhesivos.

C) Autoadhesivos.- Son los que se utilizan para combinar un papel o laminado flexible a un substrato siliconizado antiadherente para después fabricar etiquetas autoadheribles.

(www.envapack.com, 2000)

Existen dos tipos de adhesivos utilizados para laminación tanto por extrusión como por adhesivos, estos son: Adhesivos de uno y dos componentes.

El de dos componentes es elaborado en base a poliéster utilizando isocianato en el proceso como agente catalizador, logrando así un compuesto de poliuretano. Este adhesivo es aplicado cuando se requiere una fuerte adherencia y especialmente para películas de aluminio, y es usado en rendimientos mínimos de 1 g/m² en laminaciones por extrusión y de 3 g/m² en laminaciones por adhesivo.

El adhesivo de un solo componente también es de poliuretano, con la diferencia de que el compuesto no se prepara en el proceso de laminación. Este adhesivo tiene una menor adherencia en comparación con el de dos componentes y es utilizado para laminaciones de papeles y aluminio.

(Rodríguez, 1997)

2.14 PRUEBA DE INTEGRIDAD DE ENVASES ASÉPTICOS

La evaluación de la integridad del envase es una de las fases más críticas en el envasado aséptico de alimentos, debido a que es imprescindible que la integridad se mantenga para asegurar la calidad del producto. En suma, las pruebas de funcionamiento, que se describen más adelante, el efecto de envío de contenedores, paletizados, materiales, forma e integridad del envase aséptico, son también importantes y deben ser evaluados antes de que un sistema particular de envasado aséptico opere comercialmente.

Varias pruebas de funcionamiento se usan para determinar la probabilidad de que un envase aséptico mantenga su integridad durante la distribución y manipulación, y se dividen en tres categorías.

2.14.1 Métodos Destructivos

De acuerdo a los tamaños hay tres pruebas comunes usadas para cartones y bolsas asépticos las cuales proveen información sobre la integridad del envase: rasgado, prueba electrolítica y prueba de tintura.

2.14.1.1 Prueba de Rasgado

En esta prueba, se remueven de la línea dos envases, se despliegan las aletas y se aplica presión al envase para verificar la firmeza de los sellos transversales. La calidad de los sellos transversales y longitudinales se determina con cuidado tirando y separando los sellos; si el sello es bueno las capas de polietileno se desprenderán y la capa de hoja de aluminio quedará descubierta en la zona de sellado.

2.14.1.2 Prueba Electrolítica

Esta prueba se basa en el principio de que un envase hermético de plástico es un aislante eléctrico. Se introduce un potencial eléctrico en un envase de salmuera lleno, el cual debe estar en una solución de salmuera, con esto se puede determinar la existencia de hoyos en el envase.

Cualquier defecto en el envase que permita corriente que fluya fuera del mismo, resulta en una prueba positiva. La prueba electrolítica no es una prueba

concluyente, ya que puede dar falsos positivos en envases herméticos. Por lo tanto, a toda prueba positiva debe seguir una prueba de tintura.

2.14.1.3 Prueba de Tintura

Después de enjuagar con agua y secar el envase, se aplica una solución del 0,5% de Rodamina B en isopropanol en las áreas críticas del envase incluyendo los sellos transversales y longitudinales.

El cartón se deja reposar durante 5 minutos en un gabinete oscuro, seco y caliente. Las aletas del envase se despliegan y el papel cubierto de tinta se remueve y se examina la penetración de la tinta. Cualquier signo de tinta rosa indica la presencia de hoyos en la capa de polietileno.

2.14.2 Métodos No Destructivos

La más simple de las pruebas no destructivas es la prueba de inspección/visualización, la cual debe incluir una inspección de los sellos por apariencia normal; ausencia de bordes, arrugas o dobleces; alineación correcta del sellado; efecto normal de calor y presión en el mecanismo de sellado; revisión de no-contaminación del producto en los sellos y separación de las películas del material de envase.

Otra prueba no destructiva involucra la ayuda de una computadora con una vídeo inspección o perfilador automático de los envases, la cual se sigue perfeccionando. El problema con el perfil analizador y los envases asépticos es que las fugas y entradas de aire en un envase uniforme, no cambian inmediatamente el perfil del envase, lo que hace que éste sea ineficaz.

2.14.3 Pruebas de penetración microbiológica

Las pruebas de penetración microbiológica (o biopruebas) se pueden usar para probar la integridad del envase aséptico y sus sellos. La bioprueba puede hacerse en envases rígidos, semirrígidos y flexibles. El envase se llena con un caldo de cultivo, se sella y se pone en contacto con un medio infectado con un microorganismo de prueba. Después de un periodo específico de tiempo en contacto, el envase se coloca en una incubadora, y el crecimiento microbiológico se determina después del tiempo requerido para la prueba.

Otras biopruebas se llevan a cabo sometiendo envases asépticos con alto número de microorganismos potencialmente deterioradores a un ambiente acuoso. Esto puede aplicarse a cualquier envase con o sin tensión y usualmente requieren la inmersión del envase en una "sopa", seguida de una incubación. En teoría, una deficiente costura o sello o un defecto del envase permite que el producto se recontamine y deteriore.

(Robertson, 1992)

2.15 NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y NORMAS MEXICANAS

A continuación se describe la diferencia que existe entre las Normas Oficiales y las Normas Mexicanas:

2.15.1 ¿Qué es normalización?

Por normalización se entiende como la reglamentación de las características y calidad de los productos industriales con el fin de facilitar su producción y comercialización, abatir los costos y ofrecer artículos confiables al consumidor.

(Arenas, 2001)

Es una actividad colectiva encaminada a establecer soluciones a situaciones repetitivas. En particular, esta actividad consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas.

La normalización ofrece a la sociedad importantes beneficios, al facilitar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los fines a los que se destinan, protegiendo la salud y el medio ambiente, previniendo los obstáculos al comercio y facilitando la cooperación tecnológica

(Segoviano, 2001)

2.15.2 ¿Qué es una norma?

Son disposiciones oficiales que controlan la calidad y estandarización de todos los productos en el mercado, las cuales son emitidas por dependencias gubernamentales.

Otra definición que nos proporciona ISO, es:

Una norma es una especificación técnica u otro documento accesible al público (establecido con la cooperación y el consenso o aprobación general de todas las partes interesadas) fundado en los resultados conjugados de la ciencia, la tecnología y de la experiencia con vistas al progreso de la comunidad y aprobado por un organismo con actividades normativas.

Podemos observar la diferencia existente entre las dos definiciones siendo la segunda más explícita al indicar que se forma un comité de las partes interesadas y no solo emitidas por dependencias gubernamentales.

(Segoviano, 2001)

Debe entenderse que la norma, no es sinónimo de ley, sino que solo es la presentación oficial de un modelo a imitar en el caso de que se desee producir

objetos en serie, o bien, aquellas disposiciones oficiales que controlan la calidad y estandarización de todo los productos en el mercado.

2.15.3 ¿Qué clases de normas existen?

Las normas se dividen en Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), dependientes del gobierno y obligatorias al abarcar aspectos de ecología, higiene y seguridad; y las Normas Mexicanas (NMX), no son obligatorias pero sí de gran utilidad para determinar especificaciones técnicas y de calidad en la presentación de productos o servicios. Las normas técnicas sobre envase y embalaje son NMX, manejadas por un comité técnico de normalización.

Las NMX, al no ser estrictamente necesarias, pueden o no aplicarse a un producto, sin embargo es necesario conocerlas ya que se requieren para registrar el producto.

Las NOM, se emiten por dependencias de la Administración Pública Federal y se elaboran con la participación de industriales, comerciantes, investigadores y consumidores. Las NOM se aplican a aquellos productos y procesos que pueden representar riesgos para las personas o el medio ambiente.

(www.secofi.gob.mx, 2001)

Las normas tienen las siguientes características:

1. Contienen especificaciones técnicas de aplicación voluntaria.
2. Se elaboran por consenso de las partes interesadas:
 - Fabricantes
 - Administraciones
 - Usuarios y consumidores
 - Centros de investigación y laboratorios

- Asociaciones y Colegios profesionales
 - Agentes sociales
3. Se basan en los resultados de la experiencia y el desarrollo tecnológico.
 4. Se aprueban por un organismo nacional o internacional de normalización reconocido.
 5. Están disponibles a todo público.

Las normas ofrecen un lenguaje común de comunicación entre las empresas, la administración, los usuarios y consumidores; establecen un equilibrio socioeconómico entre los distintos agentes que participan en las transacciones comerciales, base de cualquier economía de mercado y son un patrón necesario de confianza entre cliente y proveedor.

2.15.4 Objetivos de la normalización

- Simplificación
- Comunicación
- Economía general
- Seguridad, salud y protección de la vida
- Eliminación de barreras a los intercambios internacionales
- Facilitar la promoción y difusión tecnológica
- Promover la calidad de los productos y servicios

(Segobiano, 2001)

2.15.5 Ventajas de la normalización de envase y embalaje

- Mejoras en la calidad de los materiales
- Mejoras en la estructura de envases y embalajes

- Evita la anarquía y arbitrariedad de las medidas, lo cual facilita la comercialización tanto en mercados nacionales como internacionales, que a su vez:
- Simplifica y facilita el trabajo de acarreo y manejo, carga y descarga, transportación, almacenamiento y estiba de mercancías.
- Abate costos de distribución
- Elimina el desperdicio de espacio en contenedores y transporte
- Agiliza los movimientos de distribución y los tramites aduanales
- Conforman con mayor orden, seguridad y accesibilidad las estibas
- Facilita la identificación de la carga
- Reduce significativamente los inventarios de envase y embalaje
- Facilita al consumidor la selección de los productos en los puntos de venta
- Defiende el derecho del consumidor a una información verás

(Arenas, 2001)

2.15.6 Análisis de normas mexicanas aplicadas al sellado por calor en envases flexibles

Solo se encontraron dos:

NMX-103-1980 "PLASTICOS - DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL SELLADO AL CALOR".

NMX-EE-143-1982 "ENVASE – PELICULAS PLASTICAS DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL SELLADO A LA TENSION"

La NMX-E-103-1980 Se refiere a la resistencia del sellado al calor, y es un método de prueba aplicado a películas de celulosa regeneradas.

La NMX-EE-143-1982, Se refiere al método de prueba en donde se determina la intensidad de la resistencia al sellado en películas plásticas, ya sea con un sellado por calor, por adhesivos u otro medio.

(www.economia.gob.mx, 2002)

CAPITULO III

3.1 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL SELLADO

La importancia del análisis de las características del sistema bag-in-box, en lo que se refiere a la óptima fabricación de la bolsa, es que permite enfatizar en lo importante que es el sellado de la bolsa en sus cuatro extremos, debido a que este tipo de envases sirven principalmente para contener grandes capacidades, por lo que una fabricación inadecuada y/o deficiente de éstas, puede ocasionar una gran pérdida de producto y por consiguiente una pérdida económica para quien utiliza este tipo de envase, debido a que se fabrican y suministran por un proveedor, es importante realizar un análisis estricto en el laboratorio de control de calidad de la compañía consumidora de estas.

El envase aséptico bag-in-box, puede verse dañado mecánicamente tanto en su fabricación, como en el proceso de envasado e inclusive en el almacenamiento del producto envasado o terminado, siendo un punto crítico el sellado de la bolsa, por esto la elección del tipo de película o laminado dependen mucho o están en función del tipo de alimento que se pretende envasar.

Tomando en cuenta que las principales alteraciones en el sellado de la bolsa, pueden ser debido a diversas causas como, una mala selección de la película o laminado, grosores de las líneas de sellado de la bolsa, temperatura de sellado, espesores de las películas, tipo de alimento a envasar, condiciones de almacenamiento, etc.

Se proponen los siguientes criterios:

3.1.1 Materiales seleccionados en función de las propiedades del alimento

- Para productos lácteos como: helado, leche batida, leche fluida, yoghurt, crema, etc. Se recomienda usar una bolsa con PE/EVA, dando esta combinación resistencia a la punción y al desgarre, y barrera a la humedad y al oxígeno.
- Para productos como vino, jugos, purés de frutas, productos de tomate, bases de fruta, mayonesa y aderezos, por lo regular se recomienda usar bolsa con Met.PET/PE, dando esta combinación resistencia al desgarre y a la punción, y barrera a la luz, al oxígeno y a la humedad.
- Para productos como concentrados de jugo, se recomienda usar bolsa con PE/EVA/Nylon/Met.PET/PE, dando esta combinación resistencia a la punción y al desgarre, rigidez, y barrera a la luz, al oxígeno y a la humedad.
- Para productos como huevo, se recomienda usar Nylon/PE o Met.PET, dando esta combinación una resistencia al desgarre y a la punción, y barrera a la humedad.
- Para productos bajos en acidez como sopas, leche de coco, salsas, pastas de zanahoria, se recomienda usar Met.PET/PE, dando esta combinación una resistencia al desgarre y a la punción, y barrera a la luz, al oxígeno y a la humedad.

3.1.2 Grosos de las líneas del sellado en función de la carga del producto o capacidad del envase

Los alimentos a envasar en el sistema bag-in-box, pueden presentar diferente consistencia, de tal forma que pueden ser clasificados en forma general como:

- Alimentos de baja consistencia.- Existen alimentos como leche fluida, leche batida, vino, bebidas azucaradas con sabor, jugos y aceites que podríamos considerar con una densidad muy cercana al agua, la cual denominaremos baja.
- Alimentos de consistencia moderada.- Para alimentos como crema, helado, yoghurt, purés, purés con partículas pequeñas, concentrados de jugo, pulpa, los podríamos considerar como líquidos densos.
- Alimentos de alta consistencia.- Para alimentos como mantequilla, grasa de leche, purés con trozos, productos de tomate, mayonesas, aderezos y productos de huevo, los podríamos considerar como líquidos de alta densidad.

En referencia a esta clasificación, la carga del producto sobre las paredes de la bolsa se verán afectadas de acuerdo al tipo de producto, por eso es recomendable que las bolsas para el sistema bag-in-box, contengan el grosor y líneas de sellado mínimos requeridos, por lo que nuestro criterio a seguir sería, para líquidos con baja densidad una línea de sellado, para productos líquidos densos dos líneas de sellado y para productos con alta densidad tres líneas de sellado. Es importante calcular el conjunto de fuerzas ejercidas en una bolsa, en pruebas de compresión a diferentes cargas, para determinar la carga máxima permisible y el número máximo de apilado.

3.1.3 Adhesivos

Es importante utilizar adhesivos para la fabricación de los laminados que conformarán las bolsas del sistema bag-in-box, el tipo de adhesivo debe ser termoestable ya que debe resistir las temperaturas de sellado a las que se van a someter, el poliéster utilizado para fabricar películas laminadas es aplicado con isocianato y es usado en rendimientos que van de 1 g/m² para laminaciones por extrusión y de 3 g/m² en laminaciones por adhesivos, adicional a esto es importante considerar que el enlace entre capas de materiales disímiles se debe mantener en 1.1 lbf/in².

El consumidor de estas bolsas debe pedir al fabricante los siguientes criterios:

- Temperatura de sellado en la fabricación de las bolsas
- Señalar que no debe haber ningún defecto de sellado a simple vista ya que estas podrán ser rechazadas al menor indicio.
- Efectuar pruebas de adhesividad a las bolsas como una prueba de rutina por parte de control de calidad.

3.1.4 Pruebas Destructivas

En referencia a las pruebas de integridad que se hacen a este tipo de envases podríamos proponer los siguientes criterios:

- Prueba de rasgado
- Prueba de Resistencia de las líneas de sellado
- Prueba de caída libre

- Hermeticidad en bolsa y en boquilla.

3.1.5 Pruebas de esterilidad

Si bien las anteriores propuestas de pruebas para la evaluación de las bolsas deben ser factibles de realizarse, las pruebas microbiológicas son también de mucha importancia, porque esto nos permite evaluar también la integridad de la bolsa, una posible recontaminación de la bolsa por defectos podría conducir a pérdidas y daños a la salud para quien consuma el producto.

CONCLUSIONES

El presente trabajo analiza por medio de la investigación bibliográfica la importancia del sistema de envasado aséptico en la industria de alimentos, y en particular el sistema bag-in-box, mostrando cada uno de los puntos del proceso en forma breve y sencilla. Es importante indicar que la información recabada para la elaboración de este trabajo no se encuentra en los libros de texto editados en el país, ya que este tema en particular en referencia al sistema bag-in-box es nuevo para la industria alimentaria mexicana.

Para alcanzar la propuesta de análisis de las características mecánicas del sellado en bolsas empleadas en sistemas de envasado aséptico contamos con las siguientes conclusiones:

- a) Las bolsas para el sistema "bag-in-box", se fabrican de diversas películas o laminados, dependiendo del alimento que se desea envasar en ellos, el material debe ser: inocuo, integro (sellos herméticos), esterilizable y debe proporcionar barrera a: la luz, oxígeno, humedad y aromas.

- b) Las principales películas o laminados para la fabricación de bolsas para el sistema bag-in-box, deben contar dentro de su estructura con un material que por medio de calor permitan ser selladas en todos sus lados siendo los materiales más comunes el Etil Vinil Acetato (EVA), polietileno (PE) y el Polietileno Tereftalato Metalizado (PETMet.).

- c) Debido a que la bolsa se sella por medio de calor, el resultado de análisis de los puntos críticos determina que son los sellos longitudinales y transversales, los cuales dependen de la temperatura y tiempo que se halla alcanzado en el momento de ser selladas las dos caras, siendo este dato motivo de control de calidad del fabricante el cual debe especificar en el certificado de calidad de la bolsa.

- d) En el análisis de la información referente a las normas, se encontraron solo dos relacionadas al sellado de películas las cuales son: la NMX-E103-1980 "Plásticos.- Determinación de la Resistencia del Sellado al Calor" y la NMX-EE-143-1982 "Envase.- Películas Plásticas.- Determinación de la Resistencia del Sellado a la Tensión".

Estas dos normas en particular no son eficaces para evaluar este tipo de envase, sin embargo, si estas se aplican junto con las pruebas destructivas (rasgado, electrolítica y tintura), pruebas o métodos no destructivos (inspección visual de sellos) y finalmente una prueba de penetración microbiológica, puede promoverse un proyecto de norma para sistemas de envasado aséptico de grandes volúmenes para alimentos.

Los parámetros existentes para la evaluación del sellado de bolsas, en el sistema bag-in-box, permiten recomendar la aplicación conjunta de la Norma NMX-143-1982 con las Pruebas Destructivas y Visuales, ya que no se cuenta con una Norma específica para este sistema.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arenas Jasso M. "Guía de patrones de distribución y selección de pruebas de resistencia mecánica para cajas de cartón corrugado". FES Cuautitlán (2001)
- 2.- Brody A.L., Marshall K.S. "Enciclopedia of packaging technology", (1997)
- 3.- Giovanneti M.D. "EL mundo del envase, manual para el diseño de producción de envases y embalajes" . (1995)
- 4.- Heid J.L, Jolslyn M.A. "Fundamentals of food processing operations" (1967)
- 5.- Holdsworth S.D. "Thermal processing of packaged foods", (1997)
- 6.- Hui Y.H., "Enciclopedia of Food Science and Technology", Vol. I (A-D) (1992)
- 7.- Jenkins A.W., Harrington J.P. "Packaging foods with plastic", (1991)
- 8.- Multon J.L. "Embalaje de los alimentos de gran consumo" (1995)
- 9.- NMX-E-103-1980 "Plásticos.- Determinación de la resistencia del sellado al calor"
- 10.- NMX-EE-143-1982 "Envase.- Película plásticas.- Determinación de la Resistencia del sellado a la tensión"
- 11.- Potter N.N. "La ciencia de los alimentos" (1968)
- 12.- Richardson & Lokensgard. "Industria del Plástico" (1997)
- 13.- Robertson Gordon L. "Food packaging principles and practice, (1992)
- 14.- Rodríguez Tarango J.A. "Manual de ingeniería y diseño en envase y embalaje" (1997)
- 15.- Schwartz S. S. , Goodman S.H. "Plastics Materials and Processes", (1982).
- 16.- Segoviano Falcón L. "Propuesta de normatividad para películas laminadas aplicadas a bebidas refrescantes en polvo". FES Cuautitlan (2001)

- 17.- Stumbo C.R. "Thermobacteriology in food processing", (1973)
- 18.- www.economia.gob.mx
- 19.- www.envapack.com/materiales/adhesivos/articulos.asp?Id=// (2000)
- 20.- www.envapack.com/materiales/flexibles/articulos.asp?Id=/8 (2000)