



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:

ENVASADO ASEPTICO DE JUGO DE MANZANA EN ENVASES DE CARTON LAMINADO.

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERA EN ALIMENTOS PRESENTA:

HILDA JEANETTE SALAZAR RAMIREZ

ASESOR: I.Q. FERNANDO MAYA SERVIN.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO. 2002

TEJIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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: Envasado Aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado.

que presenta la pasante: Hilda Jeanette Salazar Ramirez
con número de cuenta: 9156232-6 para obtener el título de :
Ingeniera 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 Izcali, Méx. a 17 de Mayo de 2001

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>III</u>	<u>I. Q. Fernando Maya Servin</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>I. A. Alfredo Alvarez Cárdenas</u>	<u>[Firma]</u>
<u>I</u>	<u>M. C. Ma. de la Luz Zambrano Zaragoza</u>	<u>[Firma]</u>

A DIOS

Por ser yo, por estar, por sentir y por vivir. Gracias por haberme regalado esta vida y este ser.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

Por haber contribuido de manera fundamental en mi formación académica.

A MIS PADRES Y HERMANAS

Ernesto, Pola, Gabriela, Patricia y Tania por haberme dado tanto sin pedir nada a cambio, impulsarme día con día y ser mi apoyo en cada momento . Los quiero.

A MIS AMIGAS

Sucel y Gaby por tantas vivencias compartidas y años de complicidad y buena vibra. Gracias por ser mis compañeras y amigas, a lo largo de todo este tiempo

A ti que no estas conmigo físicamente, pero sabes que vives en ni mente, en mi corazón y tu recuerdo esta presente a cada instante.

"SOMOS LO QUE CREEMOS, VALEMOS LO QUE TENEMOS EN LA MENTE Y EN EL ALMA Y ALCANZAMOS LO QUE SOÑAMOS CON TODA INTENSIDAD"

ÍNDICE TEMÁTICO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	6
<u>CAPITULO I. ANTECEDENTES</u>	
1.1. Aspectos generales del envasado aséptico de alimentos.	7
1.1.1. Clasificación de los sistemas de llenado aséptico.	10
1.1.2. Historia del envasado aséptico.	15
1.1.3. Objetivos del envasado aséptico.	17
1.2. Principios de esterilización.	21
1.2.1. Equipo de esterilización para productos alimenticios.	24
1.2.1.1. Intercambiadores de calor indirectos .	24
1.2.1.2. Intercambiadores de calor directos.	30
1.2.2. Métodos de esterilización de los materiales de envase.	32
1.2.2.1. Irradiación.	33
1.2.2.2. Calor.	35
1.2.2.3. Tratamientos químicos.	37
1.2.3. Esterilización del equipo de llenado y sellado.	40

CAPITULO II. OBTENCION DE JUGO DE MANZANA 43

2.1. Composición del jugo de manzana.	46
2.2. .Método de extracción de jugo de manzana.	50
2.3. Principales alteraciones del jugo de manzana.	58
2.3.1. Alteraciones de color.	58
2.3.2. Alteraciones de sabor.	59
2.3.3. Degradación de la vitamina C.	59

CAPITULO III. SISTEMAS Y MATERIALES EMPLEADOS EN EL ENVASADO ASEPTICO DE JUGO DE MANZANA 61

3.1. Envasado aséptico de jugo de manzana en envases de vidrio.	64
3.1.1. Composición del vidrio.	65
3.1.2. Propiedades del vidrio.	66
3.1.3. Descripción del proceso de envasado.	68
3.2. Envasado aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado.	70
3.2.1. Tipos de laminación.	70
3.2.2. Estructura y constituyentes del cartón laminado.	74
3.2.2.1. Cartón.	78
3.2.2.2. Polietileno.	78
3.2.2.3. Lámina de aluminio.	79
3.2.2.4. Impresión.	80
3.2.2.5. Laminación.	81

3.2.2.6. Corte y empaque.	82
3.2.2.7. Almacenamiento.	83
3.2.3. Sistemas de llenado.	84
3.2.3.1. Preparación, cuidados y almacenamiento del peróxido de hidrógeno.	84
3.2.3.2. El sistema COMBIBLOC.	89
3.2.3.3. El sistema TETRA PAK.	94
3.2.4. Ventajas que ofrece el envasado aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado.	104
CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	111

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Clasificación de los sistemas de llenado aséptico.	14
Cuadro 2. Tipos de laminaciones.	73
Cuadro 3. Características del cartón laminado	76
Cuadro 4. Gramajes permitidos para las capas que conforman el material de envase.	81
Cuadro 5. Temperaturas empleadas en el sistema Tetra Pak.	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Capas que conforman el material laminado	75
Figura 2. Diagrama del corte seccional de un envase aséptico	77
Figura 3. Proceso de laminación.	83
Figura 4. Sellado longitudinal en el sistema Combibloc	89
Figura 5. Llenadora Combibloc.	91
Figura 6. Sistema Combibloc.	92
Figura 7. Sistema de peróxido en una llenadora TBA/19	97
Figura 8. Sellado transversal en una llenadora Tetra Pak	99
Figura 9. Formación final del envase Tetra Pak.	100
Figura 10. Envasadora Tetra Pak.	101

RESUMEN

Los sistemas de envasado aséptico se han desarrollado como una alternativa en la conservación de alimentos, debido a las grandes ventajas que este ofrece. En el presente trabajo se revisa primeramente, los aspectos generales del envasado aséptico de alimentos, y los factores que lo afectan, como son los sistemas y métodos de esterilización de productos alimenticios y de los materiales de envase para los mismos. Dado que el objeto de estudio, es el envasado aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado, se revisa la composición y el método de obtención de este producto. Posteriormente se hace una revisión de las tecnologías empleadas para este propósito; entre estas se cuentan el envasado aséptico en envases de vidrio y el envasado aséptico en cartón laminado, mediante dos tecnologías aplicadas industrialmente. Por último se analizan las ventajas de este tipo de envasado, específicamente en jugo de manzana, sobre otros sistemas de envasado del mismo producto.

INTRODUCCION

Anteriormente cuando alguien trataba de colocar un producto en el mercado, tanto nacional como internacional, se preocupaba prácticamente por todo: la calidad, las normas necesarias, los tramites legales, etc., pero por lo regular, siempre se dejaba de lado el envase y el embalaje; estas cuestiones eran colocadas en un plano secundario. *(Moreno 1995)*

En otro tiempo se pensaba que el envase era algo necesario pero engorroso, materia en la que no convenía mucho invertir, pues la calidad del producto lo era todo, si era bueno se compraba si no, no. Sin embargo, posteriormente se dieron cuenta que todo en esta vida viene envasado,. Empezando por los productos que la naturaleza nos da, frutas, legumbres, etc., los envases tienen una razón de ser y esta es la de proteger su contenido. *(Moreno, 1995)*

El envasado es una parte importante del proceso de elaboración. Cumple dos misiones importantes que son: anunciar el producto y protegerlo adecuadamente para que se conserve durante un periodo de tiempo determinado. Los principales agentes que alteran a los alimentos durante su almacenamiento son: *(Fellows, 1994)*

- a) Fuerzas mecánicas (de impacto, vibración, compresión o abrasión)
- b) Condiciones ambientales, que pueden provocar transformaciones químicas y físicas (luz ultravioleta, humedad, oxígeno, fluctuaciones de temperatura)
- c) Contaminación (por microorganismos, insectos o tierra)
- d) Manipulación de envases, violación de cierres y hurtos de contenido y adulteración.

El envase no debe afectar a las características del producto, por ejemplo, por migración de compuestos tóxicos, por interacciones entre el alimento y el envase o por selección de microorganismos peligrosos. El envase debe, además, ser barato y comportarse adecuadamente en la cadena de elaboración desplazando por ella sin riesgo de rotura, es decir, sin peligro de desgarro o pellizcos provocados por los dispositivos de llenado y cierre, por el transporte o durante su carga o descarga, y sin que requiera sistemas de transporte complicados. (*Fellows, 1994*)

Desde el punto de vista del mercado, es necesario tomar en consideración los siguientes aspectos: (*Fellows, 1994*)

- a) El anagrama de la marca y el estilo de presentación mas adecuado para cada tipo de alimento.
- b) La flexibilidad para cambiar el tamaño y el diseño del envase.

c) La compatibilidad del envase con los sistemas de manejo y distribución y con las exigencias del mercado.

En resumen, el envase debe ser estético y agradable; su tamaño y forma deben ser funcionales; debe ser cómodo, servir, si es posible, para distribuir el contenido y debe ser de fácil reutilización o eliminación y debe además, cumplir con todas las reglamentaciones vigentes sobre el etiquetado. *(Fellows, 1994)*

La industria de alimentos busca constantemente oportunidades que le permitan elaborar productos de calidad con larga vida de anaquel, para este fin es necesario observar cuidadosamente las tendencias existentes en el mercado, así como, las exigencias técnicas que representa la selección del concepto en la planta de producción del mismo. *(Anónimo, 2000)*

Ahora bien, existen otros factores que también han propiciado la búsqueda de nuevas tecnologías para la preservación de alimentos; entre las que se encuentran: el crecimiento en la demanda de productos alimenticios estables, el crecimiento constante de la distancia que existe entre las áreas de producción y los centros de consumo y la demanda de ahorros energéticos que requieren los procesos en donde es necesaria la refrigeración de productos. Por otro lado, los consumidores buscan constantemente productos cada vez mas "naturales". *(Saucedo, 1993)*

Esto ha llevado a que exista una mayor competitividad en el mercado la demanda de los consumidores cambia de acuerdo a los diferentes productos que se encuentran a su disposición, aunque el factor económico es el que ha llevado a los productores a buscar nuevas tecnologías.(Saucedo, 1993)

El envasado aséptico de alimentos, es una posibilidad que ofrece la tecnología para proveer al mercado de productos que conserven la calidad y que tengan una vida de anaquel mas larga, sin que existan alteraciones en sus características.

Objetivo General

Determinar las ventajas que ofrece el envasado aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado.

Objetivos Particulares

1. - Revisar los aspectos generales del envasado aséptico de alimentos, así como los principios de esterilización de los mismos y de los materiales de envase.
2. - Describir las características generales para obtención de jugo de manzana y de los métodos empleados para el envasado aséptico del mismo.
3. - Descripción de la tecnología y maquinaria empleada en el envasado de jugo de manzana en envases laminados. Para determinar las ventajas que ofrece este tipo de envasado.

CAPITULO I.- ANTECEDENTES.

1.1. Aspectos generales del envasado aséptico y principios de esterilización.

Los sistemas de envasado aséptico se han desarrollado en todo el mundo como una alternativa mas en la conservación de productos alimenticios. El término "aséptico" implica la ausencia o exclusión de cualquier organismo indeseable del producto, envase u otras áreas específicas. Para conservar esta condición, el sistema deberá ser hermético, para prevenir la reinfeción y las acciones adversas del medio ambiente. (*Saucedo, 1993*)

La técnica de envasado aséptico consiste en la esterilización por separado del envase y del alimento a contener, para posteriormente efectuar las operaciones de llenado y cerrado, en un ambiente estéril, libre de microorganismos. De esta manera se optimizan los procesos, beneficiando la calidad final del producto y diversificando las alternativas de envase y materiales a utilizar. (*Saucedo, 1993*)

En este tipo de envasado se pueden utilizar todo tipo de materiales, esto en función del manejo y propiedades de cada uno, sin olvidar el factor

económico, sin embargo, este se ha dirigido con mayor énfasis hacia los materiales plásticos y los laminados sobre papel.

En la actualidad es posible encontrar sistemas asépticos para el envasado de un sinnúmero de productos alimenticios, en diversas presentaciones que van desde el consumo individual hasta envases industriales o sistemas "a granel". Dada la optimización en los procesos a que se someten productos para su esterilización, los alimentos asépticos, aparte de mejorar su calidad nutritiva y sensorial, han reportado grandes incrementos en su vida de anaquel, sin requerir la utilización de sistemas de conservación a bajas temperaturas. De esta manera, actualmente es posible garantizar el abastecimiento de diferentes productos alimenticios, aún de carácter estacional, a lo largo de todo el año y lejos de su lugar de producción. (Saucedo, 1993)

La introducción comercial de los sistemas asépticos en el mundo, crece día a día, alcanzando niveles impresionantes en la última década, vislumbrando un prometedor futuro. En nuestro país existe ya una gran variedad de alimentos que son envasados asépticamente, con un mercado que crece en su demanda, tanto en cantidad como en diversidad de productos. (Saucedo, 1993)

El proceso de envasado aséptico es una fase complementaria imprescindible de los procesos higienizadores o de conservación, entre los que destacan la pasteurización y la esterilización con el juego simultáneo de temperaturas y tiempos precisos para cada tipo de producto, sin olvidar la importancia que, en la fase final, tiene el sistema de cierre y las circunstancias de su entorno. *(Barro, 1987)*

Se puede señalar que lo que caracteriza y condiciona al envasado aséptico es la garantía de que todas las operaciones desde el llenado al cierre, sin olvidar las de limpieza, desinfección y secado de los envases vacíos (en el caso de vidrio y plástico) se realice en un ambiente estéril. *(Barro, 1987)*

Los sistemas de llenado y envasado aséptico deben permitir la obtención de productos comercialmente estériles en recipientes cerrados herméticamente. Para alcanzar este resultado, un sistema de llenado y envasado aséptico se diseña para: *(Rees, 1994)*

- Esterilizar las superficies del equipo para crear una zona estéril.
- Esterilizar las superficies del material del envase que contactan con el alimento.
- Introducir asépticamente el producto en el envase en una zona aséptica.
- Cerrar herméticamente los envases.
- Mantener la esterilidad durante la producción

1.1.1. Clasificación de los sistemas de llenado aséptico.

Los sistemas de llenado y envasado aséptico se pueden clasificar según el tipo de material de los envases y el método para formación de los recipientes, como se muestra en el cuadro 1.

a) Envases rígidos esterilizados mediante calor

Los sistemas de enlatado que emplean vapor sobrecalentado para esterilizar los cuerpos y las tapas de los envases metálicos, son los únicos sistemas que pueden usarse con alimentos de baja acidez. Para los sistemas ácidos y acidificados se emplean diversos sistemas, incluyendo los llenadores de tambores. *(Rees, 1994)*

b) Alimentadores de papel continuo esterilizado mediante peróxido de hidrógeno.

Para envasar alimentos de baja acidez se utilizan en todo el mundo diversos sistemas de llenado y envasado aséptico. Se utiliza peróxido de hidrógeno y calor para esterilizar el papel continuo destinado a preparar envases antes de la formación y cierre de los mismos. *(Rees, 1994)*

En operación, la bobina es tirada en forma ascendente hacia la parte más alta de la máquina, en donde pasa a través de un baño de peróxido de hidrógeno; después el rollo es formado dentro de un tubo de material y se expone a calor radiante. El calor convierte el peróxido de hidrógeno residual en vapor de agua y oxígeno. Posteriormente, el material de envasado ya estéril se mantiene bajo condiciones asépticas durante todo el proceso de llenado. Este tema se trata con detalle más adelante. (*Rees, 1994, Saucedo, 1993*)

c) Envases preformados de cartón.

Estos sistemas preforman los envases antes de ser esterilizados mediante peróxido de hidrógeno y calor. Opera con hojas de cartón liso, dobladas y comprimidas dentro de un depósito, después son extraídas de este automáticamente y se abren para dar forma al envase.

Mediante aire caliente se activa un revestimiento de polietileno en las pestañas inferiores, las cuales posteriormente son plegadas y selladas conformando el fondo del envase. Los cartones entonces son conducidos dentro de la parte aséptica de la máquina que se encuentra bajo una ligera sobrepresión de aire estéril para prevenir la entrada de aire no estéril del exterior. Luego se rocía peróxido de hidrógeno en forma intermitente sobre la superficie interna de los envases. La cantidad de peróxido rociada por envase se indica por medio de una lectura digital. (*Saucedo, 1994*)

El peróxido de hidrógeno se evapora subsecuentemente con aire caliente a 200°C . El llenado se lleva a cabo en dos líneas que pasan bajo una cámara de llenado. Todavía bajo condiciones asépticas, las pestañas superiores son dobladas y selladas ultrasónicamente. (Saucedo, 1993)

d) Recipientes preformados de plástico rígido.

Estos sistemas utilizan peróxido de hidrógeno y calor para esterilizar copas preformadas, también son utilizados luz UV o vapor saturado para la esterilización de envases y esta se encuentra en fase de desarrollo. (Rees, 1994)

e) Termoformación llenado-cierre.

Se emplea peróxido de hidrógeno y calor para esterilizar los materiales de envase. Existen diversos sistemas de termoformado y en cada uno el sistema de esterilización es diferente, pero el principio de esterilización es el mismo, con peróxido y calor. (Rees, 1994)

f) Envases de plástico flexibles.

También aquí, existen varios sistemas de llenado, uno de ellos es el moldeado mediante soplado. Aquí, el polietileno en gránulos y eventualmente la mezcla barrera se bombea desde los silos de almacenamiento se vierte manualmente en una o varias tolvas de molinos, según se trate de extrusión simple o coextrusión. Después se transfiere a la cabeza o cabezas de extrusión de donde sale con forma de masa fundida. *(Bureau, 1995)*

Esta es atrapada por el molde, donde es soplado con aire estéril. A continuación, la botella es cerrada en atmósfera estéril, no sin haber controlado rigurosamente la presión interna con el objeto de impedir su deformación en el momento del llenado. *(Bureau, 1995)*

Posteriormente, las botellas formadas se introducen en un módulo de pretratamiento donde se somete a un baño de peróxido de hidrógeno a una concentración de 2.5%, una vez esterilizada exteriormente e interiormente, pasa a un disco rotatorio estéril funcionando en continuo que le da forma a el cuello. *(Bureau, 1995)*

La elección del envase viene impuesta por el tipo de alimento, la vida útil esperada, así como el costo y los atractivos que resulten en el mercado. Hay otros criterios que también influyen en la elección y entre los que se

encuentran: necesidad evidente de evitar la contaminación del producto, la protección física del mismo y las exigencias de información al consumidor.

(Alexandre, 1996)

Cuadro 1 Clasificación de los sistemas de llenado aséptico

CATEGORÍA	EJEMPLOS DE SISTEMAS
<p>I. Recipientes metálicos rígidos esterilizados mediante calor</p> <p>a) Vapor/ recipientes de metal</p> <p>b) Aire caliente/lata mixta</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas Dole de enlatado • Llenadoras de tambor • Sistema Dole de aire caliente
<p>II. Cartón en bobina esterilizado por peróxido de hidrógeno</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tetra Pak (Brik Pak) • International Paper
<p>III. Recipientes de cartón preformados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combibloc • LiquiPak
<p>IV. Recipientes plástico/rígido, preformado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metalbox Freshfill • Gasti • Crosschek
<p>V. Termoformado llenado-cierre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Benco Asepak • Bosch Servac • Conoffast • Thermoforming USA
<p>VI. Recipientes de plástico flexible</p> <p>a) Tipo bolsa en caja</p> <p>b) Bolsas</p> <p>c) Moldeado mediante soplado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Scholle • LiquiBox • Asepak • Prepak • Prodo Pak • Inpaco • BottelPack • Serac • ALP

(Rees, 1994)

1.1.2. Historia del envasado aséptico.

El tratamiento aséptico de los alimentos se ha tratado con altibajos desde sus inicios. Aunque se tiende a pensar que se trata de un avance reciente, en realidad, como concepto, tiene una antigüedad de más de 50 años. En Dinamarca antes de 1913 J. Nielsen, aplicó un largo proceso de ultracalentamiento de leche esterilizándola, obteniendo la patente para este proceso térmico de conservación en 1921. En 1917, Dunkley patentó en Estados Unidos la esterilización con vapor de latas y tapas y subsecuentemente el llenado de un producto esterilizado. Ya en 1923 se aplicó el envasado aséptico en una planta en el sur de África y el producto llegó a la feria de Londres en perfectas condiciones. (*Reuter, 1988, Anónimo, 1995*)

El proceso de calentamiento-refrigeración-llenado (HFC) fue iniciado por Ball en 1927 en el American Can Research Department. Este proceso se diseñó para esterilizar envases y producto que se envasaba asépticamente y posteriormente se cerraban los envases de tal forma que el producto siguiese siendo estéril. Este sistema fue patentado finalmente por Ball y se puso en práctica comercialmente. (*Rees, 1994*)

El tratamiento aséptico tal como lo conocemos hoy día fue iniciado, sin embargo, por Martin con la puesta a punto del Dole Aseptic Process. Este tratamiento sigue aplicándose actualmente. Fueron instaladas líneas

comerciales para la producción de sopas, salsas, bebidas y budines. Estos productos se comercializaban al detalle y ocupaban un puesto aunque reducido, estable en el mercado. Este nivel de producción se mantuvo hasta avanzada la década de los 60 cuando el budín enlatado paso a ser un factor de mercado. Unido a este producto se produjo una innovación en el envase que representó una revolución en la forma en que era consumido el producto; es decir, el envase de dos piezas con la tapa provista de anilla para tirar y abrir, supuso una comodidad que ayudó a mejorar el conocimiento del tratamiento aséptico. *(Rees, 1994)*

Por este tiempo, aproximadamente, comenzó la aplicación del envasado aséptico a granel. Mitchell informó sobre la aparición en 1955 de tambores con la capacidad de 250 litros de pasta de tomate envasada asépticamente. En la década de los 60's se introdujo el concepto de envases bolsa-en-caja para productos lácteos envasados asépticamente. Esto fue seguido de envases bolsa-en-caja de grandes tamaños para productos ácidos. Dixon y colaboradores ampliaron este concepto para tanques a granel, incluyendo camiones cisterna. En 1976, la cisterna de capacidad muy grande recibió la recompensa industrial IFT. *(Rees, 1994)*

En enero de 1981, la Food and Drug Administration aprobó el empleo de peróxido de hidrógeno como agente esterilizante para el polietileno que entraba en contacto con el alimento. Desde este momento el envasado

aséptico ha crecido hasta alcanzar un nivel superior a los tres millones de envases producidos para 1989. Con el empleo de diversos materiales flexibles para envases se ha potenciado la presentación diversificada de los productos. (Rees, 1994)

Este crecimiento y desarrollo ha determinado recientemente que la IFT considerase el tratamiento y envasado aséptico como un avance muy importante de la ciencia de la alimentación en los últimos 50 años comprendidos entre 1939 y 1989. Para que esta tecnología alcance realmente todo su potencial será necesario asegurar que todos los que intervengan en esta industria aseguren que los productos son producidos de una forma que sean fiables, sanos y de calidad. (Rees, 1994)

1.1.3. Objetivos del envasado aséptico.

Antes de mencionar los objetivos del envasado aséptico, es necesario decir que, el **Envasado Aséptico**, se define como:

"El llenado de un producto frío, comercialmente estéril, dentro de un envase preesterilizado bajo condiciones que previenen la reinfeción durante las operaciones de llenado y sellado de los envases."(Saucedo, 1993)

Este concepto se centra en la operación de envasar y asume que el producto se encuentra comercialmente estéril cuando entra en contacto con el material de empaque. Considerando como un producto comercialmente estéril: *(Tetra Pak, 1999)*

- Aquel producto que se encuentre libre de microorganismos patógenos.
- Libre de enzimas que pudieran contribuir a un deterioro posterior al tratamiento térmico.
- Libre de microorganismos capaces de desarrollarse y multiplicarse a las temperaturas de almacenamiento y durante el tiempo de manejo y distribución.

En forma general, el **Envasado Aséptico** debe incluir la preesterilización del equipo y material de envasado, la esterilización por separado del producto y su envase y el llenado y sellado asépticos (en una atmósfera libre de microorganismos), así como la compatibilidad entre el producto envasado y el recipiente que lo contiene. *(Saucedo, 1993)*

Los objetivos fundamentales del envasado aséptico son: (Barro, 1987, Anónimo, 2000)

1. **Mejorar el producto "fresco".-** Desde hace unos veinte años, los productores de alimentos han buscado, impulsados por la competencia, los medios para suministrar al mercado productos frescos o perecederos, ofreciendo al consumidor el mejor aspecto sensorial posible durante la distribución y conservación doméstica del producto (por ejemplo yoghurt, jugos de fruta, postres, etc.
2. **Extensión de la vida de anaquel.-** Permite un mejor almacenamiento del producto, mejor transporte a localidades remotas sin tener una fecha corta de expiración, Se tiene también la optimización del circuito de producción-almacenamiento-distribución, manteniendo siempre la características sensoriales dentro del marco de la fecha límite de venta recomendada. Se elimina la cadena de frío; permitiendo la distribución de un producto de calidad dentro de un mercado mas amplio.
3. **Conservar las propiedades sensoriales del producto.-** Hasta el momento de la aparición, implantación y control de la asepsia, únicamente la técnica de conserva permitía alcanzar el tiempo de conservación demandado tanto por el productos como por el consumidor. Pero para ello era necesario pagar por ambas partes:

- El costo por el productor
- La pérdida para el consumidor de las características sensoriales del producto previas al tratamiento. Con el envasado aséptico, no se alteran las propiedades originales ya que no se emplean altas temperaturas por períodos prolongados o la adición de preservativos.
- La pérdida de vitaminas.

4. Incrementar los factores de seguridad para el consumidor.- Esto es al establecer mejores barreras de garantía frente a los microorganismos capaces de afectar a la salud o al propio deterioro del alimento.

De manera general podemos decir, que el objetivo del desarrollo de una tecnología de envasado aséptico ha sido obtener productos esterilizados con vida de anaquel estable, que están libres de bacterias y esporas, que son empacados en recipientes económicos para distribuciones prolongadas y que mantengan una buena calidad del producto. En otras palabras, la asepsia es en realidad un medio para un fin, siendo este fin, específicamente, un menor costo, una máxima calidad y distribución más eficiente del producto al consumidor, lo que repercute en un mayor beneficio para el productor. (Hall, 1985)

1.2 Principios de esterilización.

Es un requisito de la tecnología del envasado aséptico que los materiales de envase, así como los alimentos estabilizados con calor serán llenados asépticamente, estén estériles, o por lo menos libres de cualquier microorganismo que pueda dañar al producto. Esto significa que los materiales de envase deben ser tratados para reducir su carga microbiana considerablemente. (Saucedo, 1993)

El envasado aséptico de alimentos permite que productos, esterilizados por lotes o en forma continua, sean llenados y sellados en recipientes estériles bajo condiciones diseñadas para prevenir la reinfeción. La acción fundamental consiste en aplicar un calentamiento y enfriamiento rápidos al alimento para así lograr una efectiva esterilización a altas temperaturas por cortos tiempos de procesamiento. (Saucedo, 1993)

La esterilización del producto se lleva normalmente a cabo mediante tratamiento térmico, obteniendo los tiempos y temperaturas de proceso a partir de extrapolación de curvas de destrucción (temperatura-tiempo) para esporas de Clostridium botulinum u otros microorganismos como Basilus Stearothermophilus, usado como referencia en la leche. (Saucedo, 1993)

En general, la producción de alimentos estériles para su posterior llenado aseptico involucra los siguientes procesos: (*Saucedo, 1993*)

1. Calentamiento del producto haciéndolo pasar a través de un intercambiador de calor que eleva su temperatura hasta un nivel predeterminado.
2. Mantenimiento del producto a las condiciones deseadas por un tiempo determinado.
3. Enfriamiento hasta 35°C o menos, anterior al llenado.

El proceso de esterilización usado en el envasado aséptico, fue descrito como alta temperatura y corto tiempo (HTST), estos tiempos van desde pocos segundos hasta 6 minutos. Y la ultra alta temperatura (UHT) que se refiere a una línea de proceso de esterilización en flujo continuo que emplea calor en un rango de temperatura de 130-135°C en tiempos que van de 2 a 8 segundos. Los límites inferiores de tiempos y temperaturas, se usan para productos ligeros o fluidos, como son la leche y el los límites superiores se emplean para productos viscosos. (*Robertson, 1993*)

En cuanto al envasado aséptico, existen dos alternativas para efectuar la esterilización: (*Hall, 1985*)

1. Un método consiste en llenar un recipiente con el producto y después esterilizar el envase completo. Si la temperatura es lo suficientemente alta y

el tiempo es el adecuado, todos los envases se esterilizarán, siempre y cuando no existan orificios o fugas en el recipiente o en la tapa.

2. En el otro método, el envase y el producto se esterilizan por separado. El producto esterilizado se bombea a una cámara de llenado estéril, lo realiza en la máquina de envasado, en donde es vaciado al recipiente esterilizado, dentro de un medio también estéril. Este método de esterilización y envasado tiene fuertes ventajas ya que el tiempo de esterilización se reduce significativamente, mejorando el sabor del producto y reduciendo el consumo de energía. Además, pueden utilizarse materiales de envase menos costosos.

En el presente trabajo, se hace referencia al segundo método, por lo que será necesario revisar de manera breve los métodos de esterilización tanto para el producto, como para el material de envasado del mismo.

El objetivo en el diseño de los equipos ha sido el de mejorar el porcentaje de transferencia de calor dentro y fuera de los productos alimenticios requiriendo tiempos mínimos para el calentamiento y el enfriamiento. Es necesario conocer la velocidad de la destrucción térmica de los microorganismos que pueda contener el alimento que está siendo procesado. (Rees, 1994, Barro, 1987)

Los métodos para esterilizar los productos en el interior de los envases suele imponer un mayor tiempo de esterilización, ya que la transferencia de calor hacia el producto es relativamente lenta. La esterilización previa al llenado del envase, como se realiza en los tratamientos asépticos, requiere unos plazos de calentamiento relativamente cortos. Este proceso de esterilización suele conseguirse mediante calentamiento rápido del producto hasta 130-145°C, temperatura que se mantiene por un tiempo apropiado, posteriormente el producto será enfriado con rapidez. Para cada producto se determinará la mejor combinación de tiempo y temperatura requerida para su esterilización. (Rees, 1994)

Ahora bien, a continuación se revisan de manera breve el equipo para esterilización de alimentos, que son diseñados de acuerdo a las características de los mismos, y se dividen de la siguiente manera:

1.2.1. Equipos de esterilización para productos alimenticios

1.2.1.1. Intercambiadores de calor indirectos.

Son aquellos en donde el producto y el fluido intercambiado son separados por una superficie de calentamiento. Estos a su vez se subdividen en: (Rees, 1994)

- a) Intercambiadores de calor de placas
- b) Intercambiadores de calor tubulares
- c) Intercambiadores de calor de superficie raspada

a) Intercambiadores de calor de placas.

Estos sistemas no son muy eficientes desde el punto de vista de utilización de energía y, consecuentemente, son de baja capacidad en general y se usan en operaciones piloto y experimentales. Las placas son eficientes cuando se utilizan líquidos de baja viscosidad. Cuando se incrementa la viscosidad, o si están presentes sólidos suspendidos como pulpa u otras partículas, la confiabilidad de la operación de esterilización decrece. Otros fenómenos observados en los equipos de placas han sido el desarrollo de orificios o estallidos de presión y la ruptura de empaque. (Saucedo, 1993)

❖ *Regeneradores directos de placas.*

Las placas han sido utilizadas en aplicaciones regenerativas directas, de cualquier modo, existen riesgos al respecto a este diseño. El problema de contaminación en el lado estéril frío se incrementa grandemente debido al mayor número de organismos que pueden existir donde el número de organismos puede ser controlado mediante tratamientos químicos. Por el contrario, si el medio de intercambio térmico tiene cuentas muy bajas, o es comercialmente estéril, entonces los orificios o fugas por estallidos de presión

pueden causar dilación o adulteración, pero por lo menos no contaminará el producto con microorganismos. (Hall, 1985)

Los costos de los regeneradores de directos tanto desde el punto de vista de utilización de energía como de capital son comparativamente pequeños. De hecho, estos costos iniciales y de operación relativamente bajos son los que hacen tan atractivos a los sistemas de placas. (Hall, 1985)

❖ *Regeneradores indirectos de placas*

La regeneración indirecta significa el uso de un medio de intercambio térmico, diferente al producto, en las secciones regenerativas de la placa. Utilizando un medio indirecto, como agua, la flora microbiana puede ser controlada. El problema de contaminación en el lado estéril frío se reduce significativamente, resultando una operación mas segura. Sin embargo, si se presentan orificios o fugas, se puede causar dilación o adulteración del producto. (Hall, 1985)

b) Intercambiadores de calor tubulares

Existen dos configuraciones principales de Intercambiadores de calor tubulares: el arreglo de tubos para un solo producto y el arreglo para diversos productos. (Saucedo, 1993)

El primero es construido en el formato de dos o tres tubos concéntricos en donde el flujo del producto se lleva a cabo en los espacios anulares formados entre los tubos interior y exterior. (Saucedo, 1993)

El arreglo de tubos para productos múltiples es similar al de los Intercambiadores de calor de tubo y placa, en los cuales el flujo de servicio, fluye a contracorriente al producto.. Se realiza así una buena transferencia de calor y es posible obtener una recuperación de calor, lo que lo hace atractivo en cuestiones económicas. (Saucedo, 1993)

El diámetro del tubo del producto en estos Intercambiadores de calor limita el tamaño de partícula a manejar a un máximo de 5 mm en su mayor dimensión. De cualquier forma, debe tenerse cuidado de garantizar que no ocurra asociación de partículas alrededor de la entrada del equipo. (Saucedo, 1993)

❖ *Calentadores / enfriadores tubulares*

Estos sistemas no emplean regeneración y su consumo de energía es alta, productos como pulpa y partículas de tamaño razonable, mayores a aproximadamente 3/8 de pulgada, pueden ser procesados en este tipo de equipos, si el Intercambiador es del tamaño adecuado. Productos con viscosidades tan altas como la pasta de tomate han sido procesados, aún

cuando las pérdidas de presión son bastante considerables. (Hall, 1985, Saucedo, 1993)

❖ *Regeneradores directos tubulares*

Generalmente tienen un tubo dentro del otro, o probablemente un diseño de triple tubo, en donde los productos esterilizados y sin esterilizar son utilizados como medio de intercambio térmico para calentar o enfriar al otro. Debido a que los tubos no se presionan tanto como las placas durante su operación, son más resistentes al desarrollo de orificios y estallidos por presión. (Hall, 1985, Saucedo, 1993)

Los tipos de operación y la calidad del producto variaran entre buenas y excelentes, en función de como se haya diseñado el sistema. (Hall, 1985, Saucedo, 1993)

c) *Intercambiadores de superficie raspada*

El intercambiador de superficie raspada consiste en un sólo tubo en arreglo de concha, con el medio de servicio fluyendo a través de la carcasa. El tubo contiene un eje rotatorio en el cual se encuentran montadas una serie de cuchillas que continuamente limpian la superficie de transferencia, removiendo la costra formada. Las ventajas de este tipo de Intercambiadores, son dos principalmente: (Saucedo, 1993)

- a) Las amplias áreas en que se maneja el producto permiten el paso de partículas mayores, arriba de 10-12 mm de sección transversal.
- b) Líquidos más viscosos que necesariamente deben mantener esas partículas de gran tamaño en suspensión, pueden ser tratados térmicamente en forma eficiente puesto que la acción de raspado de las cuchillas mejora la transferencia de calor y mezcla continuamente las capas externas del material con el grueso del producto

El diseño mecánico de estos equipos debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones: (Saucedo, 1993)

- a) La velocidad de rotación del eje debe ser lo suficientemente alta para maximizar la transferencia de calor.
- b) Deben instalarse suficientes cuchillas de raspado para prevenir la acumulación central del producto debida a la transformación de una capa externa permanente que ocasiona que el resto del alimento pase sin ser tratado..
- c) Una velocidad de rotación muy alta y demasiadas cuchillas incrementan el daño físico del producto.

Algunas desventajas de los intercambiadores de calor de superficie raspada son los relativamente altos costos de mantenimiento y la posibilidad de introducir contaminantes a través de los sellos del eje. (Saucedo, 1993)

1.2.1.2. Intercambiadores de calor directos.

Son aquellos en donde el vapor es condensado en el producto por el calentamiento y el vapor es removido en el enfriamiento por separación.

Existen dos tipos de calentamiento: (Rees, 1994)

- a) Inyección de vapor
- b) Infusión de vapor

a) Inyección de vapor

Este proceso consiste en calentar el producto lo mas rápidamente posible hasta un rango de temperatura elevado, manteniéndolo por un mínimo periodo de tiempo y después enfriándolo tan rápido como se pueda, dando como resultado productos de alta calidad en sabor. La pérdida de sabores y aromas debe minimizarse; y como algunos de estos compuestos son volátiles, deberán recuperarse mediante una cámara de vacío. (Hall, 1985, Saucedo, 1993)

En la industria del tomate, este concepto ha sido utilizado para esterilizar concentrados como puré y pasta. Las razones por las cuales se ha hecho popular la aplicación de este sistema en esta área son los muy elevados requerimientos de capacidad, resultantes de una cosecha estacional, y la relativamente baja inversión de capital requerida. (Hall, 1985)

b) Infusión de vapor

La teoría consiste en que el producto fluye dentro de una cámara que contiene vapor a la misma temperatura a la cual el producto va a ser calentado. Por lo tanto, el vapor o las superficies metálicas a temperaturas arriba de la de esterilización, no degradan térmicamente el producto. En el caso de productos con partículas, estas pueden dañarse debido a la acción del esfuerzo cortante del vapor en que esta siendo introducido el producto y que se esta condensando. (Saucedo, 1993)

El tratamientos de productos líquidos homogéneos no suele entrañar dificultades una vez que han sido determinadas las características del flujo y se ha establecido el tiempo apropiado de mantenimiento. Los productos líquidos tratados normalmente en los sistemas asépticos pertenecen a dos categorías: productos ácidos que son aquellos con valores de pH superiores a 4.6, en esta categoría se encuentran muchos jugos, bebidas y productos derivados de las frutas. Los jugos cítricos, los purés de papaya y guayaba son algunos ejemplos de productos ácidos que actualmente se someten a tratamiento. Aunque deben destruirse los microorganismos para esterilizar el producto, la vida media y la calidad del producto suelen depender de la retención de nutrientes y de la destrucción de enzimas relativamente resistentes al calor. (Mendez, 2000) La otra categoría pertenece a los productos de baja acidez, en los cuales se incluyen alimentos tales como, natillas, budines, leche líquida y diversas

salsas. Estos alimentos deben recibir un tratamiento térmico que sea suficiente para asegurar la destrucción de las esporas de *Clostridium botulinum*. Además para asegurar la esterilidad comercial, puede ser necesario un tratamiento mas intenso para destruir los gérmenes formadores de esporas mas resistentes capaces de alterar el producto. La destrucción de estos microorganismos se producirá con las temperaturas aplicadas normalmente a estos productos (130-150°C). De nuevo es necesario considerar la resistencia de los nutrientes y enzimas. (Rees, 1994)

1.2.2. Métodos de esterilización de los materiales de envase.

En cuanto a los materiales de envase, también existen tratamientos para efectuar su esterilización. Es importante tomar en cuenta que la contaminación inicial de estos materiales sea baja, ya que de lo contrario a pesar del proceso de esterilización, podría haber microorganismos que migrarán hacia el producto. Con algunas excepciones, los materiales de envase generalmente se contaminan con microorganismos del aire y, en menor medida, mediante el contacto con máquinas y hombres (por ejemplo huellas dactilares durante las operaciones manuales). Esta es la razón por la cual la mayoría de las máquinas asépticas necesitan el desarrollo de sofisticadas tecnologías para la esterilización del envase. (Hall, 1985, Saucedo, 1993)

Los métodos de esterilización para envases o materiales de envase deben ser, fundamentalmente, continuos, rápidos, seguros, económicos y sin riesgo a la salud y al ambiente. Son tres las vías para efectuar la esterilización en los materiales de envase, se pueden emplear de manera individual o en combinación. Estas vías son:

1.2.2.1. Irradiación

1) Radiación ultravioleta (UV)

La radiación ultravioleta de onda larga de 200-315 nm ha resultado efectiva en términos de destrucción de microbiana entre 250-280 nm. Declarando su eficiencia optima a 253.7 nm, en superficies que están en contacto con alimentos, sin embargo, este tipo de esterilización no se considera adecuada para el envasado aséptico. Es importante que la radiación se uniforme sobre todo el envase y abarque toda la forma de este. La efectividad de la radiación es eficiente dependiendo de los siguientes factores: *(Reuter, 1988, Robertson, 1993)*

- El número de gérmenes por centímetro cuadrado en la superficie a irradiar.
- La distancia de la fuente de radiación hacia la superficie.
- El ángulo de incidencia de los rayos UV sobre la superficie a irradiar.
- La geometría del envase y la fuente de radiación.
- La existencia de atmósferas húmedas.

La irradiación ha sido empleada comercialmente en combinación con el empleo de peróxido de hidrógeno.

2) Radiación con rayos infrarrojos

Los rayos infrarrojos (IR) son convertidos en calor sensible, cuando esta en contacto con la superficie absorbente, resultando un incremento en la temperatura de la misma. Esta técnica de esterilización es solo aplicable en superficies lisas, como son el interior de tapas de aluminio, que deben, posteriormente, cubrirse con una laca plástica. Debido al posible ablandamiento de esta laca se debe utilizar como temperatura máxima 140°C. (*Reuter, 1988, Robertson, 1993*)

3) Radiación ionizante.

Se utiliza energía intensa de rayos ionizantes, incluyendo los rayos gamma y beta, para la destrucción de los microorganismos, es necesaria una intensidad de radiación de 10 Kgy. Para las formas vegetativas de bacteria, levaduras y hongos que muestran un incremento en la resistencia al tratamiento con rayos ionizantes. Comercialmente se emplea para la esterilización de material de envase y equipo de uso médico. Las bolsas hechas con laminados de plástico para el uso en procesos asépticos de bolsa

en caja son ejemplos del uso de rayos ionizantes. (*Reuter, 1988, Robertson, 1993*)

1.2.2.2. Calor

1) Vapor saturado

La esterilización es muy segura, sin duda, con el empleo de calor húmedo en forma de vapor saturado. Sin embargo, son tres los problemas que se presentan cuando se utiliza vapor saturado: el primero, es alcanzar la temperatura lo suficientemente alta para llevar a cabo la esterilización en pocos segundos, el vapor debe estar bajo presión, necesitándose un cambio de la misma. El segundo, el aire al entrar bajo un cambio de presión con el material de envase debe ser alejado, de otro modo, esto podría interferir con la transferencia de calor de el vapor con la superficie de envase. Tercero, la condensación del vapor durante el calentamiento de la superficie del material de envase, pudiendo permanecer en éste y ser diluido en el producto.

A pesar de estos inconvenientes, el vapor saturado bajo presión es muy utilizado para la esterilización de envases plásticos. Por ejemplo, las tazas de poliestireno y las tapas de lámina son sometidas a un tratamiento térmico con vapor a 165° y 600 Kpa por 1.4 segundos (tazas) y 1.8 seg. (tapas). (*Robrtson, 1993*)

2) Vapor supercalentado

El vapor supercalentado fue el método utilizado en los años 50's, para la esterilización de latas de hoja de lata y aluminio y de tapas, en el Martin-Dole en el proceso de envasado aséptico de latas; estas son pasadas continuamente a presión normal bajo vapor saturado a 220-226°C por un tiempo de 36 a 45 segundos, dependiendo de el material de construcción, el aluminio es sometido a un tiempo mas reducido debido a la alta conductividad térmica del material. (*Robertson, 1993*)

3) Aire caliente

El calor seco en forma de aire caliente, puede ser bueno para las temperaturas elevadas que se pueden alcanzar a presión atmosférica, esto simplifica y elimina algunos problemas que pueda generar el sistema. El aire se calienta a una temperatura de 315°C y es utilizado para esterilizar cartón/aluminio, lamina/plástico aséptico en donde la superficie alcanza una temperatura de 145°C por 180 segundos. De cualquier modo, este sistema es convenientemente sólo para productos ácidos con pH <4.5. (*Reuter, 1988, Robertson, 1993*)

4) Aire caliente y vapor

Una mezcla de aire caliente y vapor, es usado para la esterilización de la superficie interior de copas y tapas hechas con polipropileno, el cual es térmicamente estable a 160°C. En este proceso el aire caliente es soplado de las copas, cuidando que la base y las paredes sean tocadas por el aire, para que el calentamiento sea uniforme. (*Reuter, 1988, Robertson, 1993*)

1.2.2.3. Tratamientos químicos

1) Peróxido de hidrógeno

La tecnología mas ampliamente aplicada para la esterilización de materiales de envase durante el envasado aséptico es el tratamiento con peróxido de hidrógeno en concentraciones que van del 15 al 30%. El efecto letal del peróxido de hidrógeno en microorganismos (incluidas las esporas resistentes a la temperatura) es conocida desde hace muchos años, el primer sistema de llenado aséptico comercial fue en 1961 y se uso una combinación de peróxido de hidrógeno y calor, para la esterilización de la superficie de un material de cartón. (*Reuter, 1988*)

Para que se lleve a cabo una efectiva destrucción de los microorganismos es necesario que la temperatura mínima sea de 80°C y la concentración mínima del peróxido de 30%, esta destrucción se presenta en

pocos segundos. Las condiciones de esterilización pueden determinarse empíricamente, y se deben de tomar en cuenta los siguientes factores: (Robertson, 1993)

- La concentración del peróxido de hidrógeno.
- La cantidad aplicada al material de envase por unidad de área.
- La temperatura.
- La cantidad de aire seco.
- El tiempo de aplicación.

La inactivación microbiológica con peróxido de hidrógeno a altas temperaturas esta influenciada en cierto grado por el pH de las soluciones y por la humedad relativa a la cual las esporas de las bacteria han sido expuestas anteriormente al tratamiento. (Saucedo, 1993)

Los envases preformados de plástico hidrofóbicos (por ejemplo tazones de poliestireno o envases con capas de polietileno en la superficie interior) solo se cubren en parte (aproximadamente el 25% de la superficie total) por pequeñas gotas de peróxido de hidrógeno después de la aspersión, mediante boquillas, del agente sobre el envase. Durante La inyección de aire caliente dentro de los envases, el peróxido de hidrógeno se evapora, volviéndose muy reactivo en su fase de vapor. Para una eficiente esterilización de las superficies

internas es necesario evitar la rápida distribución de los vapores del peróxido dentro del volumen del envase, durante el calentamiento. (Saucedo, 1993)

Desde hace dos décadas de aplicación, se ha probado que la tecnología del peróxido de hidrógeno resulta ser muy eficiente. Los principales problemas radican en evitar la presencia de residuos (la FDA establece un límite de 0.1 ppm), sin afectar la eficiencia de la esterilización. Esta eficiencia puede disminuir por la existencia de partículas de polvo, que pueden producir la descomposición parcial del peróxido de hidrógeno y las burbujas de oxígeno resultantes pueden proteger a los microorganismos de la inactivación. Se ha encontrado un decremento del 90% en la eficiencia de destrucción de las esporas de Bacillus Subtilis con peróxido de hidrógeno en máquinas asépticas, si estos microorganismos fueran absorbidos dentro de pequeñas partículas de polvo. (Saucedo, 1993)

2) Acido paracético

El ácido paracético es un líquido esterilizante particularmente efectivo en las esporas de bacterias aerobias y anaerobias. Este es producido por la oxidación de ácido acético por peróxido de hidrógeno, y la solución resultante contiene ácido paracético y peróxido de hidrógeno, también es efectivo en bacterias esporuladas que son resistentes, por ejemplo, una solución al 1%

puede eliminar 100000000-1000000000 de esporas resistentes en 5 min. a 20°C. La temperatura máxima utilizada es de 40°C. (Saucedo, 1993)

que el empleo del ácido paracético, es bastante mas efectivo que el peróxido de hidrógeno; sin embargo, los problemas radican en su manejo y utilización. Los residuales de este ácido son mas severos que los producidos por el peróxido. (Saucedo, 1993)

1.2.3. Esterilización del equipo de llenado y envasado.

Antes de iniciar la elaboración de cualquier producto, las superficies del equipo de llenado y envasado aséptico que contactan con el alimento deben ser tratadas hasta alcanzar su esterilidad comercial. Esto se logra generalmente en dos fases:

- a) Esterilización de maquinaria o equipo.
- b) Esterilización del sistema suministrador de aire.

El área de llenado se esteriliza normalmente con el sistema de tratamiento aséptico. Otras áreas y la superficie del equipo deben ser esterilizadas para crear una zona aséptica. Esta zona, es el área en el interior de la máquina para envasado aséptico que se esteriliza y mantiene estéril durante la producción. La zona aséptica se considera que comienza donde es esterilizado el material para envasado o donde penetra en la máquina el

material para envasado ya esterilizado. La zona estéril termina tras ser cerrados los envases para evitar su contaminación por microorganismos. Todas las áreas entre estos dos puntos se consideran como una parte aséptica. Como el área de la zona aséptica puede incluir diversos tipos de superficies, incluyendo partes móviles de distintos materiales, la eficacia de los productos esterilizantes debe ser uniforme y su aplicación será controlada en la totalidad de la zona.

La esterilización del sistema suministrador de aire incluye la esterilización de los filtros de aire y de las conducciones de aire. En muchos sistemas se precisa un suministro importante de aire estéril durante la operación. Así, la esterilización inicial de los filtros y de las conducciones de aire adquieren una importancia capital. Ya sea que se utilice la incineración o la filtración del aire, se deben incluir sistemas apropiados de comprobación para asegurar una esterilización correcta por parte del sistema de suministro de aire y también para mantener un suministro de aire estéril. (Rees, 1994)

Una vez que ha sido esterilizada la unidad de llenado y envasado aséptico, la esterilidad debe mantenerse durante la producción. La zona aséptica será construida de forma que disponga de barreras físicas esterilizantes entre las áreas estériles y las no estériles. Los mecanismos deben permitir que los materiales de envasado estériles y los envases cerrados herméticamente entren y salgan de la zona aséptica sin comprometer la

esterilidad. La esterilidad de la zona aséptica, puede ser protegida de la contaminación manteniéndola con una presión positiva de aire estéril o de otro gas. Según los recipientes terminados abandonan el área estéril, se produce un flujo de aire estéril hacia el exterior, que impide la contaminación por entrada de aire no estéril en la zona aséptica. (Rees, 1994)

CAPITULO II.

OBTENCION DE JUGO DE MANZANA

El uso de los jugos en la alimentación humana tiene desde el punto de vista sensorial y dietético una gran importancia. Dentro de los componentes de los jugos de fruta, se tienen: (Ashurst, 1997)

- a) Azúcares en forma de glucosa y fructuosa, altamente asimilables y que constituyen un elemento energético de primer orden.
- b) Ácidos en forma de ácido tartárico, cítrico y málico, que desempeñan un papel estimulador de las funciones glandulares digestivas, favoreciendo así la digestión y el apetito.
- c) Sustancias minerales, consideradas como elementos cotizados inorgánicos.
- d) Sustancias aromáticas y cromáticas.
- e) Vitaminas, que se encuentran en la frutas en cantidades distintas según la clase y variedad.

Dentro de la utilización de los jugos de frutas en la industria, los cítricos ocupan el primer lugar, en especial la naranja y la toronja. Le siguen en orden de importancia la piña, la manzana, uva y otras frutas de menor importancia. (Alexandre, 1996)

T L L S C N
FALLA DE ORIGEN

La elaboración de productos líquidos se ha efectuado durante muchos años con diversos equipos, especialmente el diseñado para productos poco ácidos, tales como la leche. Para productos con alta acidez, como los jugos de fruta, se puede usar el mismo equipo, pero adaptado a las condiciones especiales de los jugos y sus derivados. *(Alexandre, 1996)*

La elaboración de los jugos de fruta deben tener como base conservar al máximo las características propias del aroma, sabor y frescura, y muy especialmente su valor nutritivo, tocando al mínimo las vitaminas A y C, que son los elementos mas fácilmente alterables. *(Ashurst, 1997)*

La calidad de los jugos obtenidos esta en función de los siguientes factores: *(Ashurst, 1997)*

- La variedad de la fruta que tiene que ser adecuada para la industria.
- Las condiciones ecológicas locales. Es importante que la fruta sea fresca y este sana. En ningún caso se deberá utilizar fruta en mal estado, ya sea caída, machucada, con moho, etc., aunque podrá destinarse a esta industria toda aquella fruta que por su tamaño o por algunos defectos de presentación no pueda ser destinada al consumo o a otras industrias.
- El grado de madurez que debe ser de óptimo aunque varia con las distintas frutas. Para las uvas conviene que no sea excesivo, a fin de conservar una

relación azúcar acidez adecuada, mientras que otros frutos conviene cosecharlos con madurez ya muy avanzada.

- La ausencia de toda fermentación, que puede afectar a la fruta en su aspecto sanitario y también en su sabor, por lo que es conveniente y hasta necesario que los envases de fruta sean mantenidos limpios y libres de moho.
- La calidad de la materia prima es esencial. La producción de jugos recién extraídos para cadenas de distribución en frío (2-6 semanas de vida útil) depende de la calidad y selección de la fruta, del lavado y la limpieza de la misma del pelado y otros tratamientos. A mayor calidad de la materia prima, mayor calidad se logra del producto.
- Eliminación de aire. Esta operación se realiza a generalmente a 20-50°C. según el producto. La eliminación del aire es conveniente para mantener la concentración de la vitamina C y reducir los cambios de color durante el almacenamiento; sin embargo, después de 2-3 semanas de almacenamiento la calidad y la cantidad de la vitamina C depende mas de la temperatura de almacenamiento y de la degradación por enzimas.
- La calidad del agua es crítica, como en otros productos reconstituidos, respecto al contenido en cloruros, metales, sales y sobre todo, oxígeno que debe ser bajo. Sin embargo, para productos de larga vida útil se recomienda menos de 1 ppm.

2.1. Composición del jugo de manzana.

El jugo de manzana tiene la misma composición que la fruta que proviene. Por lo tanto las características varietales como el clima y las prácticas de cultivo tienen un papel importante en la composición del jugo. Las variaciones anuales en la composición, debidas al clima a menudo no se reconocen. Otra variación importante, es el propio proceso de elaboración del jugo. Mientras que la fruta este almacenada antes de ser prensada, el contenido en ácidos, azúcares y pectinas cambia lentamente debido a la respiración normal de la fruta. Al molerla, muchas enzimas y substratos se ponen en contacto y se producen cambios rápidos de algunos compuestos del jugo, como pectinas, polifenoles y componentes volátiles del aroma que son los mas susceptibles. Algunas cualidades del jugo de manzana, como el color, son una consecuencia de la elaboración. Otros factores que determinan el color del producto son: diferentes tipos de molido; diferentes tipos de prensa y temperaturas, entre otros. (Alexandre, 1996, Ashurts, 1997)

Como ya se ha mencionado, la composición del jugo de manzana es bastante similar a la composición de la fruta fresca, a continuación se muestra la composición de la manzana.

✓ Azúcares y sorbitol

Los azúcares son los componentes solubles mayoritarios de las manzanas y representan del 7% al 14% del peso de la fruta fresca. La densidad o °Brix está por tanto muy estrechamente relacionada con el contenido en azúcares que están compuestos casi enteramente por fructosa, glucosa y sacarosa, con solamente trazas de otros azúcares. Las concentraciones de glucosa y sacarosa aumentan mucho durante la maduración, mientras que la fructosa decrece. Los azúcares continúan aumentando durante el almacenamiento por degradación del almidón. Después del prensado, la sacarosa en medio ácido tiende a hidrolizarse a fructosa y glucosa (inversión), lo que es más notorio en jugos obtenidos de concentrados y ello afecta a la relación glucosa/fructosa. (Alexandre, 1996, Arthey, 1991)

✓ Almidón y pectinas

En el jugo de manzana recién obtenido no hay almidón disuelto, sino que forma gránulos insolubles de alrededor de 1-16 μm de diámetro, que proceden de las vacuolas de reserva del fruto y constituyen hasta el 2% en peso de la fruta fresca. Aunque los gránulos solo suelen estar presentes en la primera fase del fruto sin madurar, por su pequeño tamaño pueden escapar a la filtración y cuando el jugo se calienta a 60°C se gelatiniza y puede causar

problemas, a menos que se degraden completamente en amilasa. (*Alexandre, 1996, Arthey, 1991*)

Las pectinas que se separan de la lámina media de la pared de la células de manzana mecánicamente por el molido y el prensado, están presentes en el jugo fresco en cantidades variables. Al principio en el fruto las cantidades de pectinas solubles son bajas, de orden de 0.1% en peso del jugo. Posteriormente, en la fruta o en la fruta de almacenes refrigerados, las pectinas pueden aumentar hasta 1 a 2.5%. El jugo elaborado con los tradicionales filtros de placas contienen menos pectina que el procedente de las prensas horizontales. (*Alexandre, 1996*)

La pectina en el jugo de manzana esta constituida en gran medida por cadenas de ácido galacturónico. Las manzanas contienen distintas cantidades de pectin-metil-esterasa (PME); por eso, un jugo fresco recién extraído y mantenido en frío para evitar la fermentación puede clarificarse espontáneamente por la acción de su PME, que desmetila la pectina y la hace flocular. Desde el punto de vista técnico, la pectina se ha considerado un fastidio pero sin embargo, contribuye mucho a la textura y paladar de los jugos "naturales" opalescentes y también es un aporte de fibra no dietética del jugo. (*Alexandre, 1996, Arthey, 1991*)

✓ *proteínas, grasas y minerales.*

Las frutas contienen cantidades relativamente pequeñas de proteínas, suficientes para los procesos vitales de la planta, pero no suficientes para constituir un aporte importante a las necesidades diarias del cuerpo humano. Una ración de la mayoría de las frutas contiene un gramo o menos de proteína. La cantidad de grasa en la mayoría de las frutas es poca, exceptuando a las aceitunas y los aguacates. Las frutas contienen poco fósforo y calcio, la mayoría no son buena fuente de hierro. (Charley,2000)

✓ *Vitaminas*

Contiene poca vitamina B. Las frutas cítricas son excelentes fuentes de ácido ascórbico, al igual que las dos frutas mas estacionales, melón y fresa. Las frutas amarillas, como los chabacanos, melones y duraznos proporcionan buena cantidad de caroteno, precursor de la vitamina A. (Charley,2000)

✓ *Ácidos orgánicos*

El mas abundante es el ácido *l*-malico, que esta presente en cantidades del 0.5% con un intervalo de 0.18% a 1.4%, dependiendo de la variedad y de la temporada que se considere y que generalmente se constituye, por lo menos, las 4/5 partes del contenido total en ácidos del jugo en los que se consideran el

ácido quínico en cantidades entre 0.04% a 0.046%, el ácido cítrico solamente trazas (alrededor de; 0.01%).(Charley,2000)

El ácido málico esta parcialmente neutralizado al pH del jugo, pero no se combina con ninguno de los demás componentes. En los concentrados, sin embargo, durante el almacenaje, hay pérdidas progresivas de ácido málico de hasta el 20%, debido a la formación de ésteres o lactidas, (Charley,2000)

2.2. Método de extracción del jugo de manzana

La manzana esta entre las frutas que mas se cultivan, consumen y se producen en los países templados, ocupando el segundo lugar después de la uva. El jugo fresco de manzana es muy inestable, tanto química como microbilógicamente. Por ello, los distintos jugos de manzana que hay en el mercado reflejan las técnicas de conservación que se aplican a estos productos. (Ashurts, 1997, Arthey,1991)

El jugo de manzana puro no se puede conseguir fuera del laboratorio, es un líquido poco coloreado y casi sin aroma. En los segundos que siguen al exprimido del fruto, sufre una serie de cambios enzimáticos que le dan el aroma y el sabor que nos son familiares. El jugo se protege de la contaminación microbiana durante algunos días conservándolo en refrigeración, indefinidamente con pasteurización o usando conservadores

autorizados. Este jugo tiende a estar siempre turbio, de color pardo y tiende a sedimentarse. El jugo sin turbidez se obtiene por filtración o por el uso de enzimas pectolíticas antes de envasar. (Ashurts, 1997)

Otro producto que se ha hecho recientemente popular a nivel comercial, se prepara por calentamiento instantáneo o por adición de ácido ascórbico, inmediatamente después de extraído por prensado, seguido de pasteurización y envasado aséptico. Así se consigue un jugo con aroma mas parecido al de la fruta fresca, que otros jugos de manzana. Tiene mucha turbidez, pero esta poco coloreado y es relativamente estable. Dicha "opalescencia" es un factor positivo para la calidad. (Ashurts, 1997)

La mayor parte del jugo de manzana se transforma en un concentrado a 70° Brix antes de su reconstitución. Así se conserva y se transporta, como un producto relativamente estable que ocupa aproximadamente la sexta parte de su volúmen original. El aroma que se recoge durante la concentración es a menudo una "esencia" que se vende por separado. Las subidas y bajadas de la producción se compensan así y el envasador de jugos se asegura de una calidad constante mezclando concentrados y esencias de distintas fuentes. El concentrado se presta también a la mezcla con otros jugos de fruta o a la elaboración de bebidas carbonatadas a base de manzana. (Ashurt, 1997, Arthey, 1991)

El sistema utilizado para producir jugo de manzana depende del volúmen de la producción y del capital que se quiera invertir. Las siguientes etapas forman parte de todos los métodos de elaboración de jugo de manzana. (Ashurts, 1997)

Antes del lavado se inspecciona la fruta, para eliminar las frutas podridas o enmohecidas. Esta operación se lleva a cabo en una cinta de inspección, en las pequeñas factorías; en las grandes fábricas se puede eliminar la fruta podrida o enmohecida automáticamente, utilizando sensores adecuados. Las operaciones de limpieza dependen de como llegue la fruta a la fábrica. Si las manzanas han sido colectadas a mano y no van acompañadas de materia extraña, basta con un lavado. Si han sido cosechadas con máquina, lo que es permisible para la elaboración de jugo, es fácil que las manzanas vayan acompañadas de hojas, tierra y pequeños trozos de ramas, lo que exigirá la limpieza en seco, utilizando ventiladores que funcionen a alta velocidad. Posterior a esto, será necesario efectuar un lavado, mediante inmersión, con lo que se eliminaran restos de tierra y otras sustancia empleadas para la protección de las cosechas u objetos que no se eliminaron durante la limpieza con aire. Las manzanas deberán lavadas con agua limpia una vez que se retiren del tanque de inmersión. (Ashurts, 1997, Arthey, 1991)

En la mayor parte de los sistemas de extracción, las manzanas se trituran. En la extracción por difusión, se cortan en piezas de 3mm de grosor.

Para obtención de pulpa apta para el prensado, se emplean molinos de martillos, que utilizan cedazos con mallas de 1 a 1.5 cm de apertura. Esta pulpa, no demasiado fina, tiene una estructura adecuada para el prensado. Para evitar el pardeamiento enzimático u oxidativo, es frecuente que se añada algo de ácido ascórbico en la etapa de trituración o molienda, especialmente si son separadas en las sucesivas operaciones del sistema de procesado. (Ashuts, 1997, Arthey, 1991)

El jugo puede extraerse de la pulpa de la manzana o de las manzanas cortadas, mediante prensas accionadas a mano, prensas discontinuas de funcionamiento automático, prensas continuas, separadores centrifugos y por técnicas de extracción por difusión. (Alexandre, 1996, Arthey, 1991)

El costo económico de las prensas marco manualmente operadas es pequeño, pero este procedimiento exige el empleo de mucha mano de obra. Para operar con ellas, se extiende un tejido de nailon, poco denso, sobre la parte superior del marco de madera; sobre el tejido, se vierte la pulpa, hasta que el marco se llena. Se doblan los bordes del tejido sobre el contenido, formando un lecho de pulpa envuelto por la tela, masa de pulpa a la que se le denomina "queso". Se retira el marco; se coloca un separador encima del "queso" recién preparado y se coloca otro "queso" encima. El proceso continúa, hasta que se obtiene una pila cuya altura, en número de quesos, depende de la capacidad de la prensa. La pila se coloca sobre una prensa

hidráulica y debajo de ella, se coloca una bandeja. Se aplica gradualmente presión, hasta que sale todo el jugo que puede obtenerse por presión. La presión aplicada puede llegar a ser de hasta 1500 Kg. El proceso normalmente dura unos 30 min. El jugo proveniente de las prensas de marco apenas contiene sólidos en suspensión y, con frecuencia, permiten la elaboración de un jugo turbio, sin mas tratamiento. A veces, aparecen problemas si la fruta usada es muy vieja; es frecuente que, para resolverlo, se añada algún coadyuvante de filtración (como tierras diatomeas), sobre la tela, antes de añadir la pulpa. El jugo obtenido por este método, es del alrededor del 70% del peso de la pulpa, si se trata de manzanas frescas, pero puede descender hasta valores inferiores al 60%, cuando se trata de manzanas viejas. (Ashurts, 1997, Charley, 2000)

Existen distintos tipos de prensas automáticas empleadas en la elaboración de jugo de fruta. Las mas frecuentemente utilizadas son las Willmes, la Bucher , la Bucher- Guyer y la Atlas Pacific. Cuando se utilizan estas prensas, es habitual que se necesite añadir a la pulpa, antes de iniciar el prensado, coadyuvantes de filtración y pectinasa. Los coadyuvantes de filtración (generalmente fibras de papel o cáscara de arroz) forman canales en el interior de la torta, a través de los que fluye el jugo. Innecesario es decir que, cuando se emplean coadyuvantes de filtración, es preciso asegurar que no aporten sabores extraños. (Ashurts, 1997)

Las prensas automáticas discontinuas son de muy diversos tipos. Algunas utilizan un pistón de gran tamaño, para forzar la pulpa dentro de un cilindro perforado. Otras están constituidas por un cilindro sólido, provisto de tubos perforados flexibles de nailon, entre el pistón y el extremo del cilindro. Otro tipo, centrifuga la pulpa, a la que lanza sobre las paredes del cilindro perforado, a través de las cuales para el jugo, forzado por un colchón inflable. Estos tipos de prensa dan rendimientos que, que si se emplean manzanas de buena calidad, alcanzan el 70-80%, pero que descienden espectacularmente cuando se emplean manzanas viejas. La ventaja de estas máquinas es que necesitan poca mano de obra y pueden operar a un ritmo de hasta 5 toneladas de fruta por hora. Existen también prensas continuas, como la de tornillo y la de cinta. La mas frecuente es la prensa de tornillo, que se utiliza también para extraer jugo de otro tipo de fruta. Una prensa de tornillo consta de un tornillo ahusado rodeado por una malla muy ajustada. El extremo de la prensa que impide la salida de la pulpa se mantiene en una determinada posición, por medio de muelles o por presión neumática. El tornillo impulsa la pulpa hacia adelante y va elevando la presión a la que la someten el impulso del tornillo y la resistencia opuesta por la tapa, mantenida en posición por los muelles o la presión neumática. El jugo es expulsado a través de la malla y la torta prensada se descarga cuando la presión aplicada es suficiente para vencer la resistencia de la tapa. Cuando las manzanas son demasiado viejas y tienden a formar una pasta, se añade a la pulpa coadyuvante de filtración. Cuando la pulpa tiene una fiabilidad adecuada, se pueden esperar rendimientos del 70-

75%. El jugo que se obtiene utilizando prensas de tornillo suele contener abundantes sólidos en suspensión, que es necesario reducir antes de procesar el jugo. (Ashuts, 1997)

Posterior a la extracción del jugo de las manzanas, es necesario efectuar una clarificación o filtración del mismo, para eliminar el exceso de sólidos, y de esta manera no procesar jugos turbios.

La etapa inicial de la clarificación de jugos consiste, como ya se mencionó, en la eliminación de el exceso de pulpa, objetivo que puede lograrse por centrifugación en una decantadora o mediante el uso de finalizadores de malla fina. El jugo se clarifica, eliminando pectinas, almidón, gomas, proteínas, polifenoles, cationes metálicos y lípidos, causantes de la turbidez antes o después de los tratamientos conservantes. Existen en el mercado preparaciones enzimáticas específicas para determinados jugos; en este caso para la clarificación de jugo de manzanas tempranas es conveniente una mezcla de pectinasa y amilasa. (Alexandre, 1996)

El método tradicional consiste en calentar el jugo a la temperatura precisa y agitarlo, en presencia de la enzima o mezcla de enzimas (la temperatura de calentamiento va determinada por la temperatura que soportan o se inactivan las enzimas que se van a añadir), esperar que las enzimas actúen y posteriormente agregar agentes precipitantes de los taninos y otras

sustancias indeseables. Entre los agentes clarificantes, cabe citar a la gelatina, la bentonita y el sílica-sol. El jugo se decanta y los lodos se filtran a través de un filtro prensa o un filtro de tierras diatomeas, como los filtros rotatorios o a vacío.. (Alexandre, 1996, Ashuts, 1997)

La ultrafiltración de los jugos de fruta se ha convertido en una operación industrial estándar, por su simplicidad y eficacia. El jugo se trata con enzimas, para reducir la tendencia a obstruir los filtros, y se filtran luego a presión, a través de las membranas. Los poros del filtro son suficientemente pequeños como para retener los taninos y otros componentes, causantes de la formación de turbios en el jugo clarificado. El rendimiento en el jugo de ultrafiltración suele encontrarse alrededor del 95-97%, frente al 90-93% que se obtienen con los métodos tradicionales. (Ashurts, 1997)

Generalmente, una vez obtenido el jugo de manzana este es sometido a un proceso de evaporación, eso con la finalidad de alargar la vida de anaquel del concentrado de fruta, para posteriormente ser reutilizado, solo reconstituyéndolo, y de esta manera contar con productos de frutas estacionales durante todas las épocas del año.

La reconstitución del jugo de manzana es una tecnología perfectamente establecida, la cual incluye los siguientes pasos:

- La adición de agua al concentrado

- Una agitación de la mezcla
- Deaeración del jugo
- Tratamiento térmico

La calidad del agua utilizada para la dilución del concentrado juega un papel predominante en la calidad del producto terminado, al mismo tiempo, se deberá evitar la incorporación de aire a la mezcla durante el preprocesado y se hace necesario la utilización de un deaerador el cual disminuye el contenido de oxígeno en el jugo y consecuentemente el nivel y velocidad de las reacciones oxidativas en el jugo. (Brown, 2000)

2.3. Principales alteraciones en el jugo de manzana

Las principales alteraciones que puede presentar un jugo de manzana son:

2.3.1. Alteración de color

Pueden aparecer coloraciones parduscas con la formación de compuestos pigmentados. El oscurecimiento se acompaña de diversas reacciones orgánicas. El oscurecimiento del jugo de manzana se puede deber a una actividad enzimática la oxidasa polifenol cataliza la oxidación de los

compuestos fenolados susceptibles a formar pigmentos marrones a marrón rojizo. (Bown, 2000))

2.3.2. Alteraciones del sabor

Para satisfacer al consumidor, es de máxima importancia que el jugo conserve su sabor característico durante el periodo de almacenamiento. En ocasiones si el material en el que se envasó el producto, no es compatible con este, se pueden transferir los sabores del mismo envase hacia el producto, o bien perderse el sabor característico del producto. Por esto es importante conocer las interacciones que pueden existir entre el producto, en este caso jugo de manzana y el material de envase que se esta empleando, así como la vida de anaquel del mismo y vigilar de cerca las condiciones de almacenamiento. . (Bown, 2000))

2.3.3. Degradación de la vitamina C

La vitamina C puede descomponerse por un efecto de oxidación. La enzima oxidasa ácido antiescorbútico acelera la reacción dando como resultado una desaparición rápida de la vitamina C. Se puede contener la acción de esta vitamina por medio de la exclusión del oxígeno molecular del jugo, por tratamiento térmico inhibiendo la actividad de la enzima o por la adición de inhibidores. Los jugos almacenados a temperaturas elevadas,

pierden gran parte de su vitamina C durante períodos largos de almacenamiento. Cuanto mas elevada es la temperatura, mas rápidamente es la pérdida de vitaminas C. (*Bown, 2000*)

CAPITULO III. SISTEMAS Y MATERIALES EMPLEADOS PARA EL ENVASADO ASEPTICO DE JUGO DE MANZANA

En el capítulo anterior se mencionaron algunos aspectos generales acerca del envasado aséptico de alimentos, pero es importante destacar algunos aspectos relevantes asociados con este tipo de envasado, las características comunes de los sistemas de procesado aséptico incluyen: (Rees, 1994)

1. Un dispositivo de medida para controlar y registrar la velocidad de flujo del producto a través del sistema.
2. Un método para calentar el producto hasta temperaturas de esterilización.
3. Un método para mantener el producto a una temperatura elevada durante un tiempo suficiente para su esterilización.
4. Un método de refrigeración para reducir la temperatura del producto antes del llenado.
5. Un procedimiento para esterilizar el sistema antes de iniciar la producción y para mantener la esterilidad durante la producción.
6. Medidas de protección para mantener la esterilidad y evitar la llegada de producto no estéril al equipo de envasado.

➤ *Control de flujo*

El tiempo necesario para la esterilización depende de la velocidad de flujo de la partícula que se mueve con mayor velocidad a través del sistema, esta es a su vez, función de las características de flujo del alimento. Así, el sistema de procesado aséptico debe ser diseñado para asegurar que el producto fluye con una velocidad uniforme. Esto se consigue mediante un dispositivo de flujo llamado regulador o bomba de dosificación, estos pueden trabajar con velocidad variable o fija. Cuando se utilizan bombas con velocidad variable debe protegerse contra cambios no autorizados de su velocidad que podrían influir sobre la velocidad de flujo del producto a través del sistema. (Rees, 1994)

➤ *Tubo de mantenimiento*

Una vez que el producto ha alcanzado la temperatura de esterilización, pasa al interior de un tubo de mantenimiento, que retiene el producto durante el tiempo necesario a la temperatura de esterilización. El proceso está diseñado para asegurar que la partícula con un movimiento más rápido a través del tubo de mantenimiento recibirá un tratamiento tiempo/temperatura suficiente para la esterilización. Como el tubo de mantenimiento resulta esencial para asegurar que el producto es mantenido a la temperatura de esterilización durante el tiempo preciso, deben seguirse ciertas precauciones. (Rees, 1994)

➤ *Depósitos asépticos de contrapresión*

Los depósitos asépticos de contrapresión se han usado en los sistemas asépticos para conservar el producto antes de su envasado. Estos depósitos proporcionan flexibilidad, principalmente para los sistemas en los que la velocidad de flujo del sistema de esterilización del producto no es compatible con la velocidad de llenado de una determinada unidad de envasado. Es preciso un sistema para suministrar aire estéril u otro gas estéril para mantener una presión positiva protectora en el interior del depósito y para desplazar su contenido. Esta presión positiva debe ser vigilada y controlada para evitar la contaminación del depósito. (*Rees, 1994*)

➤ *Mantenimiento de la esterilidad*

Una vez que el producto abandona el tubo de mantenimiento se encuentra estéril y puede ser recontaminado si se permite la entrada de microorganismos en el sistema el flujo del producto, someterlo a presión es uno de los mejores procedimientos para evitar su contaminación. El dispositivo de contrapresión impide que el producto hierva o experimente elevaciones bruscas de temperatura y ayuda también a mantener la totalidad del sistema con una presión elevada. En todos los puntos susceptibles de contaminación deben instalarse barreras eficaces contra los microorganismos. Como ejemplos tenemos los ejes giratorios o vaivén y los vástagos de las válvulas asépticas. Los cierres de vapor en estos puntos pueden constituir una barrera eficaz aunque deben de ser vigilados para asegurar

su funcionamiento correcto, si se emplean otro tipo de barreras, es necesario que el operador cuente con medios para vigilar el buen funcionamiento de la barrera. (Rees, 1994))

En el capítulo anterior, se hablo de manera general sobre los diferentes materiales empleados en el envasado aséptico de alimentos, Ahora nos ocuparemos de los materiales y métodos empleados para el envasado de jugo de manzana.

Este producto, en el mercado se encuentra disponible, en envases de vidrio y en envases de cartón laminado en diversas presentaciones. Ahora se revisan mas detalladamente estos materiales.

3.1. Envasado aséptico de jugo de manzana en envases de vidrio.

Los recipientes de vidrio han sido usados comercialmente para la conservación de alimentos durante casi dos siglos. En realidad, los primeros recipientes para alimentos tratados usados por el francés Nicholas Appert, a finales del siglo XVIII, estaban fabricados de vidrio. Aunque Appert puso a punto su técnica de conservación mediante calor en 1791, la mantuvo en secreto hasta 1890, cuando la ofreció al gobierno francés en respuesta a una demanda para un método que permitiese la conservación de alimentos para provisiones de alimentos envasados a las fuerzas de Napoleón en Europa Oriental. Desde

aquellos remotos días, en los que se empleaban corchos naturales para cerrar los tarros de vidrio, la industria a introducido diversos tipos de cierre, habiéndose producido los avances mas importantes durante los últimos 25 años. (Rees, 1994)

3.1.1. Composición del vidrio.

Los recipientes de vidrio destinados alimentos sometidos a tratamiento térmico se fabrican normalmente de cristal claro o de roca. Estos pueden ser de color ópalo (mediante la incorporación de vestigios de flúor) u opacos. Si es preciso fabricar un vidrio verde o ámbar se añaden cantidades vestiginales de cromo y de hierro (verde), o de hierro, azufre y carbono (ámbar). Típicamente, los recipientes de vidrio para alimentos se fabrican con las siguientes materias primas:

Arena de sílice	45%
Ceniza sódica	13%
Piedra caliza	10%
Ingredientes menores	2%
Desperdicios de vidrio	30%

Los ingredientes menores pueden consistir en feldespatos, calumita, selenio, etc., actuando como decolorantes, al neutralizar impurezas tales como hierro. Los desperdicios de vidrio corresponden a vidrio seleccionado y limpio, procedente de recipientes rechazados en la propia fabrica o de vidrio reciclado recogido en las

bombas para vidrio. Estos componentes se mezclan para formar la hornada, que se introduce posteriormente por un extremo de un horno largo, donde se calienta a 1500°C. el vidrio fundido pasa hasta el otro extremo del horno y alimenta a las máquinas formadoras de recipientes. (Rees, 1994)

3.1.2. Propiedades del vidrio

- a) El vidrio es quizás la elección perfecta como material para recipientes destinados a una amplia gama de alimentos conservados mediante calor; es inerte, impermeable a los gases, olores y sabores, y resistente al ataque químico, frente a los compuestos que suelen contener los alimentos.
- b) Los recipientes de vidrio son normalmente transparentes, y esto permite que el consumidor examine el producto antes de adquirirlo (aunque esto supone una posible desventaja con ciertos alimentos sensibles a la luz).
- c) Aunque el vidrio es considerado como una materia frágil, una fibra de vidrio fabricada recientemente soportara doble peso que una fibra equivalente de acero. Por desgracia, en la forma en que aparece normalmente el vidrio en la vida real tiene una milésima parte de la resistencia teórica; como el vidrio tiene la estructura y las propiedades de un líquido, cualquier defecto en su seno se difundirá sin obstáculo por la totalidad de su masa y, en consecuencia, disminuirá su resistencia. La fragilidad debe considerarse, por consiguiente, como una desventaja que presentan los recipientes de vidrio convencional usados para envasar productos alimenticios.

- d) El vidrio es un mal conductor del calor, y los cambios súbitos de temperatura, normalmente superiores a 60-65°C, puede provocar tensiones peligrosas en los recipientes de vidrio como consecuencia del shock térmico; sin embargo, el calentamiento súbito, que provoca compresión sobre la superficie del vidrio, es menos peligroso que el enfriamiento brusco, que provoca tensión en la superficie. También es importante señalar, que la creciente tendencia hacia las comidas cómodas y con poca preparación casera de los alimentos, que el recipiente de vidrio puede usarse en los hornos de microondas, una vez retirado cualquier cierre metálico. Esta fragilidad causada como posible causa de la ruptura del vidrio por shock térmico, requiere que se proceda al tratamiento de los recipientes con alimentos de forma mas cuidadosa que con las latas de metal, aunque no necesariamente sucede así en comparación con los nuevos recipientes a base de plástico que pueden ser sometidos a tratamiento térmico.
- e) Una desventaja final de los recipientes de vidrio es su peso en comparación con los materiales alternativos usados para envases, aunque para reducirlo se están realizando diversas investigaciones; un bote de vidrio de peso ligero que apareció recientemente era un 30% mas ligero que los existentes, con igual resistencia con un diseño asistido por computadora (CAD) lo cual permite realizar un diseño eficaz de vidrio y distribuir mas económicamente el vidrio en el recipiente. (Rees, 1994)

3.1.3. Descripción del proceso de llenado.

El envasado aséptico de jugo de manzana en envases de vidrio se realiza de la siguiente manera:

Se parte de tambores de jugo concentrado de manzana a 72° Bx, a continuación se bombea el concentrado, mediante una bomba dosificadora y se dirige hacia los tanque de reconstitución. Una vez que se tiene el concentrado depositado en estos tanque de 6,000 litros, o mas, se agrega en ellos agua potable y las materias primas necesarias para elaborar el producto requerido, de acuerdo con la reglamentación técnico-sanitaria vigente. (García, 1995)

A continuación se sitúa una bomba centrífuga para dirigir el jugo hacia el equipo de desaireación. Consta de dos bombas y una cámara. La eliminación de aire tiene por objeto evitar la pérdida de vitamina C y el pardeamiento de la bebida, algunos expertos opinan que esta fase no es absolutamente necesaria, siempre y cuando en las fases anteriores se haya tenido cuidado de evitar el contacto del producto con el aire. (García, 1995)

El jugo, ya totalmente preparado, debe ser pasteurizado, a fin de destruir los microorganismos patógenos e inactivar enzimas y conseguir así un aumento en la vida de anaquel. El líquido entra en el pasteurizador de dos secciones, la primera recibe la bebida a temperatura ambiente (20°C) y es calentada hasta la

temperatura de pasteurización, que oscila ente los 95 y 100°C, durante unos pocos segundos en contracorriente, en un intercambiador de placas con agua sobrecalentada. De esta forma, el jugo se pasteuriza y pasa a una etapa de mantenimiento de la temperatura de pasteurización para asegurar que la inactivación de los microorganismos sea lo más completa posible. Posteriormente el producto pasa a la segunda sección, donde se enfría a la temperatura de envasado 18°C aprox. (García, 1995)

Normalmente, en estos intercambiadores de calor se añade una sección exista llamada regenerativa, cuyo fin es el ahorro de energía. En ella el producto que entra se precalienta con el producto que sale, el cual evidentemente se enfría. (García, 1995)

La aseptización de los envases de vidrio se lleva a cabo de manera separada, la primera operación es despaletizar los envases y dirgirlos a la zona aséptica. Una vez en ella, la botella es conducida a la zona de esterilización química, para lo que se inyecta peróxido de hidrógeno. La inyección se realiza estando en envase en posición invertida, posición que se aprovecha para eliminar el producto químico una vez cumplida su misión. Todo esto es posible debido al tiempo que se mantiene la botella en posición invertida en la dosificadora de peróxido de hidrógeno. Posteriormente, y colocada nuevamente la botella en posición vertical, se le conduce a través de un túnel, en el que la botella es secada, con un flujo de aire laminar estéril, con objeto de eliminar los restos de

peróxido de hidrógeno y de mantener la esterilidad del túnel. Finalmente, la botella es dirigida a un aclarado con agua estéril. (García, 1995)

La botella de vidrio, completamente aséptica esta en disposición de recibir el producto, en este caso el jugo de manzana, la cual como ya se vio esta también estéril. La fase final, consiste en llenar el envase. El proceso de envasado aséptico exige, por lo tanto, mucho cuidado y total aséptica de todos los materiales que van a estar en contacto con el jugo de manzana: llenadora, cánulas de esta, cápsulas, envases, etc. (García, 1995)

El aire utilizado durante el proceso, debe ser filtrado, una vez realizada la dosificación del líquido, es necesario tapar la botella, lo que se realiza esterilizando previamente las tapas con rayos UV. Posterior a esto la botella sale ya de la zona aséptica para ser etiquetada y paletizada. (García, 1995)

3.2. Envasado aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado

3.2.1. Tipos de laminaciones

El proceso de laminación comprende la combinación de dos o mas películas, papeles o foils procedentes de dos bobinas con adhesivos. De esta manera se obtiene una sola lámina con varios estratos, básicamente se fabrican:

- Por extrusión

- Por adhesión

- **Laminación por extrusión**

Consiste en la unión de dos a más substratos, por medio de una capa de plástico fundido que es colocado entre las capas del material, el plástico se aplica por medio de un dado de extrusión. Un material muy usado para este fin es el polietileno de baja densidad, aplicado a 310°C de temperatura.

El proceso de laminación por extrusión para un material de "celofolial" es el siguiente: (Vidalas, 1995)

- La impresión se hace por el reverso de la capa de celofán.
- La impresión se recubre con una capa de primer, elaborando un poliuretano; esta capa sirve para proteger la tinta de la capa de polietileno.
- Se une el polietileno al aluminio, para lo cual se aplica un primer de dos componentes (poliuretano).

● **Laminación por adhesivos**

Como su nombre lo indica, este tipo de laminación se realiza por medio de adhesivos. A las películas de polietileno se les debe de dar un tratamiento eléctrico, para lograr mejor adherencia.

Los adhesivos que se utilizan en este proceso son de uno o de dos componentes, el de un componente es el poliuretano, que es mas débil que el de dos componentes, generalmente se utiliza para laminar papel y aluminio.

Este tipo de laminación tiene la ventaja de que es mas ligera que la extrusión, lo que es importante para algunos envases. En el cuadro 2 se muestran las características y usos de las principales y mas comunes laminaciones.

Muchos los materiales que se laminan, ya sea por extrusión o por adhesivos, el material empleado en el envasado aséptico de jugo de manzana, es un laminado de polietileno / papel / polietileno / aluminio/ polietileno / polietileno, a continuación se analizara con mas detalle este material.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2. Tipos de laminaciones

LAMINACIONES (películas compuestas)	PROPIEDADES	APLICACIONES
Celofán, Cloruro de polivinilideno (PVCD) y Polietileno (PE)	Transparente, resistente al desgarre, hermético (a aromas, grasa, gas, agua y vapor de agua), sellable en caliente, protección frente a rayos UV, estabilidad de color del contenido.	Para la mercancías sensibles a la oxidación con largo tiempo de almacenaje y consumo.
Poliéster y Polietileno Tereftalato (PET)	Transparente, sellable, permeabilidad al gas extremadamente baja.	Envases para fas al vacío Mercancías sólidas, líquidas y pastosas Queso, café, embutidos, cárnicos, congelados
Poliamida (PA) y polietileno (PE)	Resistente al desgarre, sellable en caliente, muy hermético al gas y vapor de agua, resiste ebullición y bajas temperaturas	Envases para productos duros y arista Envasado de carnes y embutidos
Poliéster y Polipropileno (PP)	Transparente, resistente al desgarre, sellable en caliente, hermético al aroma, gas y vapor de agua, resistente a la ebullición y bajas temperaturas, esterilizable	Instrumentos médicos Alimentos esterilizados
Polipropileno (PP) y Polietileno (PE)	Transparente, resistente al desgarre, sellable en caliente, poca permeabilidad al gas y vapor de agua	Envases para carnes y quesos
Celofán y Polietileno (PE)	Poca permeabilidad al vapor de agua y oxígeno, hermético al agua, resistente a grasas y aceite	Pescados, concentrados de fruta, mayonesa. Productos líquidos y pastosos, envases al vacío, tabletas, caramelos.
Celofán y Celofán	Sellable en caliente, poca permeabilidad al vapor de agua y oxígeno, hermético al agua, resistente a grasas y aceites, no cruje	Productos sensibles a la humedad (caramelos y pan tostado)
Poliamida (PA), Polietileno	Gran resistencia	Productos con una gran

(PE) y Cloruro de polivinilideno (PVDC)	mecánica, muy hermético a aromas, gas y vapor de agua, resistente a grasas y aceites.	exigencia a la hermeticidad de aromas
Poliéster, Polietileno (PE) Cloruro de polivinilideno (PVDC) poliestireno (PS)	Transparente, resistente al desgarre, sellable en caliente, muy hermético a gases, aromas y vapor de agua, resistente a la ebullición y bajas temperaturas, protección UV	Para productos sensibles a la oxidación, como son: pescado, carne, quesos
COEXTRUSIONES (Películas construidas)		
Poliestireno (PS), Cloruro de polivinilideno (PVDC), Poliestireno (PS)	Resistente al choque, blanco o de color	Productos lácteos, yoghurt
Poliestireno (PS), Cloruro de polivinilideno (PVDC), Polietileno (PE)	Hermético al aroma	Jugos de fruta y quesos
Poliestireno (PS), Polietileno (PE), Poliestireno (PS)	Hermético a grasas, resistente al choque	Productos lácteos de alto contenido graso
Polimerizados acrílnitrilo butadieno estireno (ABS)/Polietileno (PE)	Muy resistente al choque, insensible a álcalis y ácidos	Para productos que requieren una alta resistencia química

(Vidales, 1995)

3.2.2. Estructura y constituyentes del cartón laminado.

El material laminado usado en envases de cartón aséptico, consiste de aproximadamente un 70% de cartón; debido a que es altamente compatible y su facilidad de manejo, al ser un material plano que permite la formación de el envase, sin embargo, el cartón es insuficiente para contener líquidos, ya que es un material muy permeable. (Reuter, 1988)

La materia prima con la que se elabora este tipo de envases, debe ser revisada bajo un estricto control de calidad, estas materias primas son:

- Papel base.- Este debe ser blanqueado.
- Polímeros.- Debe ser del tipo para estar en contacto con alimentos.
- Aluminio.- Hoja delgada de pureza superior a 99%.
- Tinta.- Líquida base agua, adecuada para envasado de alimentos.

La estructura del material de envase se muestra en la figura 1:

Capas del material del envase Tetra Brik Aseptico vistas desde fuera:

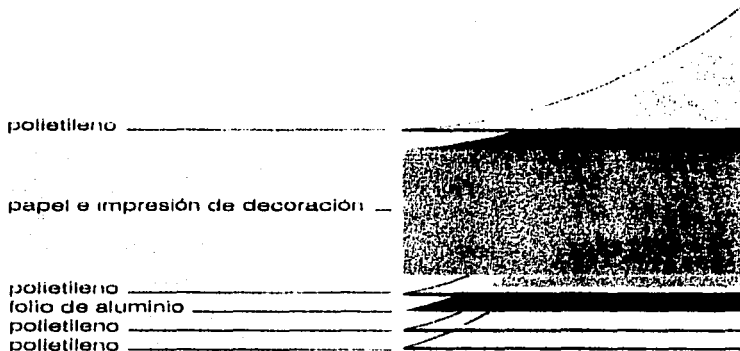


Figura 1. Capas que conforman el material laminado.
(Fernández, 1998)

Los primeros envases para líquidos en el mercado, fueron contenedores de cartón, en forma de sacos recubiertos con un baño de cera, para lograr la impermeabilidad. Hoy en día, la composición de los materiales de cartón para líquidos, se componen de polietileno, una lámina de aluminio y el mismo cartón. Este material es producido en estaciones separadas en una planta de extrusión con varias estaciones de revestimiento. (Reuter, 1988)

En el cuadro 3 se muestran las características de cada uno de los materiales que constituyen los laminados.

Cuadro 3. Características del cartón laminado

CARACTERÍSTICAS	CARTON	POLIETILENO	ALUMINIO
• Estabilidad mecánica	Si	No	No
• Rigidez	Si	No	No
• Preformado	Si	No	No
• Resistencia al calor	Si	No	Si
• Sellabilidad	No	Si	No
• Facilidad de impresión	Si	No	
• Resistencia a el agua	No	Si	Si
• Impermeabilidad	No	Si	Si
• Barrera a los gases	No	No	Si
• Barrera a la luz	No	No	Si
• Resistencia a los químicos	No	Si	No

(Reuter, 1988)

El cartón es el material que le proporciona rigidez al envase, mientras la capacidad para ser formado, permite la formación del mismo. El polietileno interior, es el material que actúa como barrera a los líquidos y facilita el sellado hermético interior. La capa de aluminio funciona como una barrera contra la luz y el oxígeno, el cual es colocado entre dos capas de polietileno. Estos requerimientos funcionales determinan la elección de los materiales en crudo y posteriormente su proceso. La figura 2 es un corte seccional de un envase aséptico, donde se muestran las capas que constituyen este material.

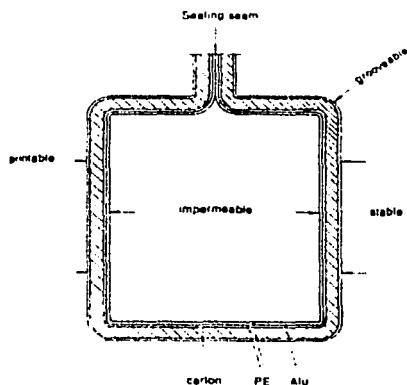


Figura 2. Diagrama del corte seccional de un envase aséptico
(Reuter, 1988)

3.2.2.1. Cartón

El papel cartón debe ser a la vez rígido, que le da la función de mantenimiento, y flexible lo que le da la aptitud para darle forma. Las industrias papeleras van progresando continuamente para proporcionar soportes compuestos formados por una multiestructura integrada que permite asociar estas dos cualidades de forma óptima.

Aunque el papel no está en contacto directo con el alimento puesto que está separado por una hoja de aluminio y tres capas de polietileno; no debe: *(Bureau, 1995)*

- Influir en el producto envasado (transferencia de olores, etc)
- No debe contener impurezas (evidentemente, se debe evitar totalmente la presencia de papel reciclado)
- Debe cumplir las características exigidas para todas las operaciones a las que va a ser sometido hasta que llegue a la mesa del consumidor.

3.2.2.2. Polietileno

En principio, son varios los polietilenos que se pueden utilizar para la formación de esta capa de material: requiere ser resistente a el agua, temperatura de sellado lo mas baja posible, flexibilidad (para el laminado), buena adhesión con

el cartón y la lámina de aluminio y debe ser altamente compatible con el alimento con el que va a estar en contacto. (Reuter, 1988)

El polietileno debe ser químicamente inerte, no debe absorber agua y solo ser soluble en muy pocos solventes (con calor). Con un punto de fusión de 110°C lo cual beneficia al sellado. El bajo peso específico es una ventaja por que la lámina de polietileno es relativamente gruesa. La laminación por extrusión ha sido usada en las últimas décadas y es por lo tanto el proceso que mas a funcionado y sobresalido. Los envases asépticos con un solo tipo de polietileno fueron aprobados y aceptados muy bien. Los ingredientes particulares de algunos productos causan, después de un tiempo, una reducción en la adhesión del polietileno interno con la lámina de aluminio. Esto técnicamente se resolvió (para los jugos de frutas) con la aplicación de dos capas internas de polietileno: primero un delgado etileno copolimerizado con buena adhesión, ésta es aplicada en la lámina de aluminio, y después se aplica una capa de polietileno estándar. (Reuter, 1988)

3.2.2.3. Lámina de aluminio

Normalmente se utiliza aluminio flexible, con un espesor de 7 micrones y una pureza del 99 al 99.5%. Aunque esta capa es extremadamente delgada es una excelente barrera contra la luz y el oxígeno y por lo tanto ofrece una mayor protección que la capa de polietileno. (Reuter, 1988)

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

El proceso de aplicación de aluminio no es fácil, ya que esta capa es demasiado delgada. Es esencial mantener un control de la tensión en el proceso de laminación. La ventaja es que como los rollos son muy largos, son pocos los cambios de rollo que se tienen que realizar. *(Reuter, 1988)*

Existen algunos procesos, en los que se utiliza una característica especial del metal para el sellado en caliente, en donde se aplica inducción de alta frecuencia. *(Reuter, 1988)*

3.2.2.4. Impresión

Primeramente, el papel se imprime, esto se realiza mediante un proceso flexográfico, donde el diseño es comparado con una muestra aprobada por el cliente para la liberación del proceso. Durante el proceso, se controlan la calidad de la impresión, el registro entre colores, las tonalidades, el suajado y el abre fácil. En la máquina de impresión se cuenta con un equipo de vídeo que monitorea la impresión y con luz estroboscópica para facilitar el control en la línea. Para imprimir Photo Process se utilizan 4 tintas básicas (amarillo, magenta, cyan y negro) y es posible utilizar una tinta especial. *(Tetra Pak, 2000)*

3.2.2.5. Laminación

En esta operación el material ya aprobado en la etapa anterior, recibe el revestimiento de polímero y la laminación en línea de la hoja de aluminio. Los pesos de las tres diferentes laminaciones se controlan en función de valores que permiten variaciones individuales conforme lo descrito en el cuadro 4:

Cuadro 4. Gramajes permitidos para las capas que conforman el material laminado

CAPA	PRESENTACIÓN	PRESENTACION
	200 ml	1000 ml
Interior	28 a 48 g/m ²	30 a 50 g/m ²
Sandwich	18 a 28 g/m ²	19 a 31 g/m ²
Exterior	9 a 15 g/m ²	9 a 15 g/m ²

(Tetra Pak, 2000)

Nota: El espesor de la lámina de aluminio es de 6.35 micrones (17 +/- 1 g/m²)

A estas laminaciones se les realizan las siguientes pruebas:

- **PESOS.-** A través de la separación de las capas, se revisan las cantidades aplicadas de polímero.
- **ADHESION.-** La adhesión se verifica a través de la resistencia ofrecida por la capa de polímero cuando es separada del sustrato. Una correcta adhesión se denota con al deformación que sufre esta capa al ser delaminada y conforme mediciones específicas de la resistencia antes mencionada.
- **RIGIDEZ.-** Estos materiales son vendidos por número de envases, mas no por peso, mismo que puede variar visto que el factor predominante en el

desempeño del material es la rigidez del sustrato y no el gramaje del mismo. Se controla de manera automática la cantidad de polímero aplicada y un detector óptico verifica visualmente la superficie interior del material, registrando posición y características de eventuales defectos sobre el mismo con el propósito de que sean eliminados en la operación siguiente (corte).. Durante el proceso en línea se controlan automáticamente:

- ✓ temperaturas
- ✓ velocidades
- ✓ tensión en papel y aluminio
- ✓ presión

3.2.2.6. Corte y empaque

En esta operación el material es seccionado en rollos compatibles con la máquinas envasadoras, es decir, el ancho del envase por el largo equivalente a la cantidad de envases por rollo. La tensión del material durante el proceso de corte es controlada automáticamente, siendo esta la adecuada para permitir la manipulación del mismo y asegurar su correcto funcionamiento en las máquinas llenadoras. La humedad del papel como producto terminado que facilita el proceso de envasado es de 4.5 a 7%. Por último, el material ya identificado se empaqueta individualmente para finalmente ser apilado en tarimas recibiendo un empaque adicional. (*Tetra Pak, 2000*)

3.2.2.7. Almacenamiento

Para garantizar el buen funcionamiento del material de envase, es necesario que este se almacene en temperaturas entre 0 y 40°C; con una humedad relativa entre 30 y 70% . Este material deberá ser almacenado sobre tarimas y retirado de las paredes para evitar la transferencia de humedad. No deberá estar almacenado con detergentes, químicos, esencias, etc., ya que existe el riesgo de absorción de vapores que resulten en problemas de sabor y olor del producto envasado. (*Tetra Pak, 2000*) En la figura 3 se puede apreciar el proceso de laminación.

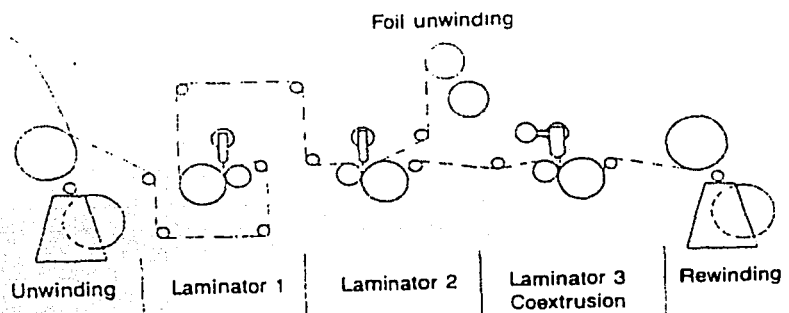


Figura 3. Proceso de laminación.
(*Bureau, 1995*)

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2.3. Sistemas de llenado

Existen básicamente dos sistemas de llenado para el envasado aséptico de jugo de manzana en envases laminados, estos dos sistemas son: Combibloc y Tetra Pak . Ambos sistemas utilizan como material esterilizante al peróxido de hidrógeno, en el primer capítulo se habló de manera general del peróxido de hidrógeno, a continuación se trata acerca de su modo de acción, manejo y almacenamiento del mismo.

3.2.3.1. Preparación, cuidados y almacenamiento del peróxido de hidrógeno

- ***Utilización del peróxido de hidrógeno en las llenadoras asépticas***

Durante la producción del envase, una delgada capa de peróxido de hidrógeno es aplicada en la superficie del material de envase que estará en contacto directo con el alimento, ya sea por aspersión o por baños de inmersión profunda. La concentración del peróxido deberá ser del 35%, con una calidad de grado alimenticio. Para algunas máquinas es necesaria la aplicación de un agente humectante, que generalmente es el PSM (Polioxietileno Sorbitan Monolaurato), con la finalidad de reducir la tensión superficial y de esta manera alcanzar un humedecimiento satisfactorio de la superficie de contacto del material de envase.

El grosor de la capa de peróxido de hidrógeno aplicada al material de envase, es del orden de 1 a 1.5 micrómetros. (*Tetra Pak, 1999*)

Sin embargo, la eficiencia bactericida del peróxido de hidrógeno a temperatura ambiente es muy limitada (aún en concentraciones del 35% o mayores), haciéndose necesarios largos tiempos de exposición para alcanzar el efecto deseado. En los sistemas de envasado aséptico, esto no es posible, ya que se hace necesario un breve tiempo de esterilización. La eficiencia de esterilización del peróxido se ve incrementada con el aumento de la temperatura, de aquí que sea necesario el calentamiento de la capa de peróxido de hidrógeno. (*Tetra Pak, 1999*). Este aumento en la temperatura, se logra mediante dispositivos de calentamiento como pueden ser resistencia eléctrica o bien cuchilla de aire que lleva la temperatura hasta 130°C. Al mismo tiempo, el peróxido es evaporado dejando la superficie del material de envase prácticamente libre de residuos de peróxido.

• ***Composición y preparación del líquido de esterilización***

Básicamente el líquido de esterilización está compuesto por peróxido de hidrógeno y agente humectante. Ambos deben ser mezclados poco tiempo antes de ser utilizado, esto con el fin de evitar que existan pérdidas en sus propiedades fisicoquímicas. La concentración de peróxido de hidrógeno utilizada en la formulación del líquido esterilizante es de 35% en peso, siendo diluido (si la

situación así lo amerita) con agua destilada de buena calidad (no se debe usar agua corriente). La mezcla del agente humectante PSM (Polioxi-etileno Sorbitan monolaurato) debe hacerse con las siguientes proporciones: 3 partes de PSM por 1000 partes de solución de peróxido de hidrógeno al 35%. (*Tetra Pak, 1999*)

Un punto que merece especial atención es el consumo de líquido de esterilización. Este gasto debe ser estimado de acuerdo al número de horas que vaya a permanecer en funcionamiento la máquina, asegurando así el abastecimiento a la máquina durante toda la producción. De hecho, por motivos de seguridad siempre deben adicionarse 2 litros extras de la cantidad estimada para la producción. (*Tetra Pak, 1999*)

Se debe enfatizar que se recomienda el uso de peróxido de hidrógeno "grado aséptico" o "grado alimenticio", ya que este tipo de material ha sido aprobado por la FDA para el proceso de envasado aséptico; de hecho se ha probado que el peróxido de hidrógeno "grado industrial" dificulta el buen funcionamiento de las máquinas envasadoras, ya que bloquea con mayor facilidad las boquillas aspersoras. (*Tetra Pak, 1999*)

- **Manejo del peróxido de hidrógeno**

El peróxido de hidrógeno debe almacenarse en un lugar fresco, a temperatura menor de 30°C, evitando los rayos solares, fuentes de calor,

combustibles y materiales incompatibles, como son álcalis, agentes reductores, metales pesados, sales, combustibles y compuestos orgánicos. *(Tetra Pak, 1999)*

El peróxido debe ser almacenado en sus envases originales (no en contenedores abiertos), dichos envases deben contar con tapones que permitan el escape del oxígeno liberado (tapones con un conducto de aire), y manejarse la menor cantidad posible fuera del área de almacenamiento. *(Tetra Pak, 1999)*

El peróxido de hidrógeno es extremadamente reactivo, por lo que se debe tener mucho cuidado en el manejo que se le da a este para así evitar accidentes.

- ***Transferencia***

El peróxido de hidrógeno, debe ser transferido a recipientes elaborados de materiales compatibles como polietileno y vidrio obscuro, no así en materiales como cobre, bronce, níquel, hierro, plomo, acero inoxidable, plata, zinc u otros materiales catalíticos o sus sales. Se debe asegurar que los recipientes estén limpios, que tengan abertura para respiración y sean utilizadas solo para este propósito. Asimismo, deben estar perfectamente identificados, y después de su uso lavarse con agua de buena calidad. *(Tetra Pak, 1999)*

Debe transferirse solo la cantidad requerida, y evitar retornar el exceso del mismo al porrón original. En caso de derrame lavar con abundante agua, evitar utilizar materiales combustibles (papel, tela, etc), es importante prevenir que el

peróxido de hidrógeno derramado entre en contacto con materiales sintéticos o plásticos incompatibles, debe evitarse el contacto con cables de energía eléctrica. El área de almacenamiento y áreas de trabajo deben estar bien ventiladas. (*Tetra Pak, 1999*)

- **Primeros auxilios**

En caso de que la concentración del peróxido de hidrógeno sea mayor al 10%, se deben aplicar las siguientes recomendaciones: (*Tetra Pak, 1999*)

- Contacto externo.- Aplicación de grandes cantidades de agua en la zona afectada. Una regadera de seguridad con adecuada cantidad de agua tibia es el mejor medio de hacerlo. La ropa mojada debe retirarse y lavarse rápidamente. Si hubiera quemaduras se requerirá la presencia de un médico.
- Contacto con los ojos.- Si se produjeran salpicaduras en los ojos o irritación a causa del vapor del peróxido, será necesario lavar inmediatamente con agua tibia durante 15 min., acto segundo debe consultarse con un médico especialista.
- Contacto interno.- Si se ingiere peróxido de hidrógeno, deberá evitarse provocar el vómito. El paciente deberá beber agua tibia mientras se requiera con urgencia la presencia de un médico. Si se han inhalado los vapores llévase a la persona afectada fuera de la zona y requierase la presencia de un médico, si la irritación de la nariz, garganta y pulmones es seria.

3.2.3.2. El sistema COMBIBLOC

También referido como el sistema PKL o sistema Bloepak, los tres nombres se aplican al mismo sistema de envasado aséptico, sin embargo, el nombre correcto es "Combibloc", que es fabricado por PKL (Papier Und Kunststoff Werkw Linnich GmbH), en Dusseldorf. El sistema se comercializa en Canadá y los Estados Unidos mediante Bloepak, Inc, Toronto. De aquí que mucha gente lo llame "Bloepak". (Hall, 1985)

El sistema Combibloc opera con hojas de cartón ya preparadas, elaboradas normalmente con polietileno / cartón/ polietileno / lámina fina de aluminio / polietileno, dobladas y comprimidas, lo que permite el empleo de envases de diversos tamaños en la misma unidad siempre que posean la misma sección transversal. El sellado longitudinal de estos envases se muestran en la figura 4.

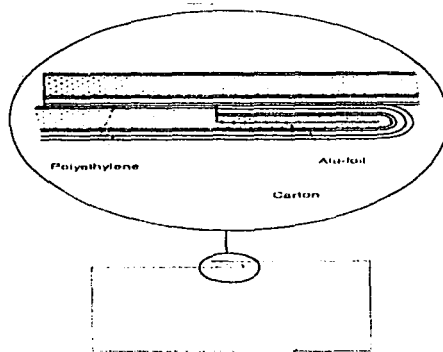


Figura 4. Sellado longitudinal en el sistema Combibloc.
(Reuter, 1988)

Un controlador lógico monitorea el proceso de llenado, verificado por un operador, vigilando los requisitos de la FDA. Después los envases se alimentan desde la caja de envío, son seleccionados uno a uno y colocados en un mandril. Se activa térmicamente la capa interior del polímero, empleando un calentamiento por convección en dos etapas distintas. Las hojas son extraídas del depósito automáticamente y se abren para dar forma al envase. Mediante aire caliente se activa un revestimiento de polietileno en las pestañas inferiores, las cuales posteriormente son plegadas y selladas conformando el fondo del envase. (Hall, 1985, Méndez, 2000)

Los cartones entonces son conducidos dentro de la parte aséptica de la máquina que se encuentra bajo una ligera sobrepresión de aire estéril para prevenir la entrada de aire no estéril del exterior. Luego se rocía peróxido de hidrógeno intermitente sobre la superficie interna de los envases. La cantidad de peróxido rociado por envase se indica por medio de una lectura digital. (Hall, 1985, Méndez, 2000)

El peróxido de hidrógeno se evapora subsecuentemente con aire caliente a 200°C. Pruebas realizadas por PKL han demostrado que la mayor parte de los envases contienen menos de 0.01 ppb de peróxido de hidrógeno después de pasar a través del sistema de secado con aire caliente. El llenado se lleva a cabo en dos líneas, que pasan bajo una cámara de llenado. Para una máquina con

capacidad de 6000 cartones por hora, cada línea llena 3000 cartones por hora. Se utilizan llenadoras de pistón en fila. (Hall, 1985, Méndez, 2000)

Todavía bajo condiciones asépticas, las pestañas superiores son dobladas y selladas ultrasónicamente. Las fechas de llenado o de caducidad, así como las claves internas son grabadas con calor sobre la junta de cerrado superior. Una cualidad importante del sistema es que la esterilidad no se pierde cuando la línea tiene que detenerse por periodos de hasta tres horas. (Hall, 1985)

En las figuras 5 se muestra una llenadora de Conbibloc y en la figura 6 se muestra una representación desde la formación de el envase hasta el estibado del producto terminado



Figura 5. Llenadora Conbibloc.
(Rees, 1994)

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

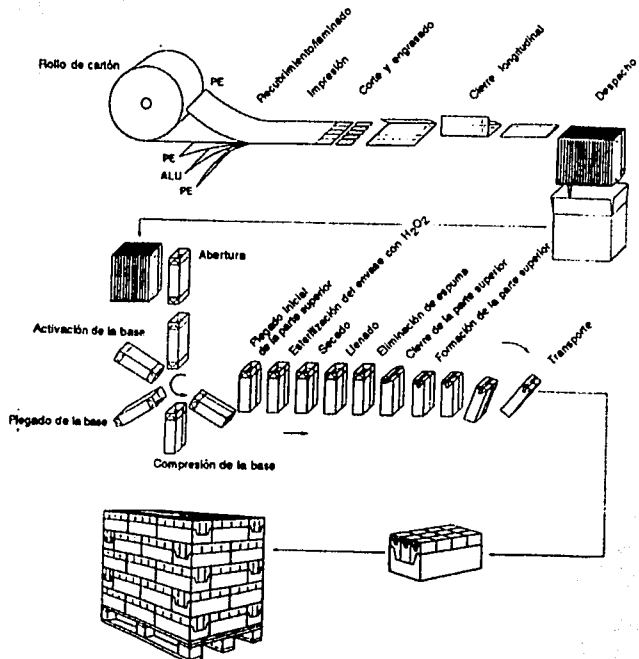


Figura 6. Sistema Combibloc
(Arthey, 1991)

Tres sistemas de Combibloc básicos son utilizados. Un sistema maneja 200 ml., 300 ml., y 500 ml., tres de cinco tamaños cualesquiera a velocidad de 6000 cartones por hora. Otro sistema es el que llena envases de 500 ml a 1000 ml. A velocidades de 5000 cartones por hora, mientras que la tercera máquina llena cartones de 500 ml. o de 1000 ml. a velocidades de 1000 cartones por hora. Todas las máquinas demoran tan solo dos minutos para poder cambiar su funcionamiento de un tamaño a otro, sin necesidad de cambiar partes de la llenadora. (Hall, 1985)

La existencia de un reducido espacio libre en la parte superior del envase se considera ventajosa ya que permite sellar incluso envases con productos que contienen partículas, y permite agitar el producto antes de abrir. El ligero vacío creado en el interior del envase permite mantener su forma y estabilidad. En la actualidad varias líneas asépticas Combibloc envasan sin dificultad productos base para salsas de tomate que consiste en tomates enteros aplastados con un contenido total de sólidos solubles del 8-9%, y diversas sopas de hortalizas que en la actualidad incluyen tomate con setas, chicharos y judías verdes. (Arthey, 1991)

3.2.3.3. Sistema TETRA PAK

El fundador de Tetra Pak fue Rubén Rausing, quien junto con Erik Akerlund fundó en Suecia la primera fábrica de los países escandinavos especializada en embalajes. Con el tiempo, Akerlund & Rausing se convertiría en una de las fábricas más importantes de Europa. Dentro de esta empresa se dieron los primeros pasos para desarrollar un envase revolucionario. (*Tetra Pak, 1997*)

La marca Tetra Pak, y la marca registrada triangular, derivan en la forma geométrica del envase, un tetraedro. El prefijo Tetra, proviene del griego, y significa cuatro, un tetraedro es una figura con cuatro caras triangulares, una de las cuales sirve como base. El primer envase en forma de tetraedro apareció en el mercado en 1952, llamó mucho la atención debido a su forma poco convencional y el principio en el que estaba basado: Tetra Pak ha desarrollado un sistema de envasado que permite conservar los productos largo tiempo sin la necesidad de refrigeración. (*Vidales, 1995*)

La máquina Tetra Pak aséptica, es una máquina vertical de formado-llenado-sellado, que opera con material en rollos.

● **Operación de las llenadoras de Tetra Pak**

El proceso de llenado en una envasadora Tetra Pak es descrito a continuación. (Reuter, 1998, Tetra Pak, 1999)

- a) En operación, el rollo de laminación es colocado en un cargador en la parte inferior de la máquina, después se tiene un controlador eléctrico que indica cuando colocar una nueva bobina de material de envase. Existen unos rollos los cuales generan unas muescas o pliegues en el material y facilitan el proceso de formación definitiva del envase.
- b) Posterior a esto, el material pasa por unos rodillos codificadores, esto se hace con una tinta especial para tal efecto. En los últimos años se han introducido sistemas de codificación mediante inyección de tinta, con este sistema se ahorra material además de que la presentación mejora de manera significativa.
- c) Después el material de envase atraviesa una serie de rodillos, los cuales evitan que el material se maltrate.
- d) A continuación se lleva a cabo la esterilización del material de envase, esto se realiza mediante una inmersión del mismo en una tina que contiene una solución de peróxido de hidrógeno a una concentración del 35%. dicho proceso debe realizarse antes de que el material de envase se transforme en un cilindro

debido a la forma que tiene esta tina. Como consecuencia la distancia entre la esterilización del material y el sellado del mismo se alarga, de hecho, un área muy extensa requiere ser esterilizada antes del comienzo de la producción y debe mantenerse estéril durante la misma. De acuerdo a este principio la esterilización del material de envase se lleva a cabo por medio de la exposición al peróxido de hidrógeno en estado líquido. Para alcanzar la esterilización del material de envase, debe mantenerse una concentración mínima de peróxido de hidrógeno, la cual no debe ser menor al 30%. Durante la producción, es normal que se observe un incremento en la concentración alrededor del 50%, la solución puede ser diluida con agua destilada. Si la concentración disminuyera, debido a factores como el estar seco, estar en contacto con superficies que lo puedan degradar, etc, la situación debe estar siendo monitoreada constantemente. El tiempo de exposición del material con la solución de peróxido de hidrógeno, esta en función de la profundidad de la tina y por la velocidad con la cual el material de envase se mueve. La temperatura mínima necesaria para alcanzar la suficiente esterilización es de 65°C. La solución en el baño de peróxido es calentada por un sistema de agua circulante donde la temperatura es controlada por medio de un termostato. Dentro de este proceso se deben controlar los siguientes factores que pueden afectar el proceso de esterilización: Concentración de la solución del peróxido de hidrógeno, tiempo de exposición, temperatura de la solución. En la figura 7 se muestra el sistema de peróxido de hidrógeno de una máquina TBA/19 de Tetra Pak.

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

97

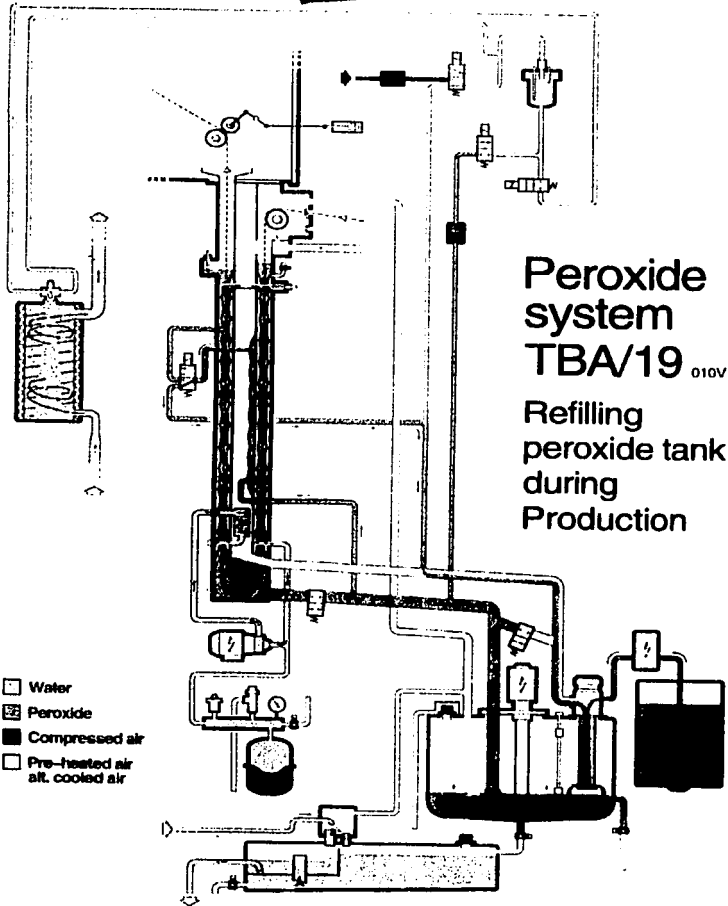


Figura 7. Sistema de peroxido en una llenadora TBA/19
(Tetra Pak, 1999)

- e) Después de que el material de envase, pasa por la tina donde recibe un baño de peróxido, el exceso de este es eliminado por un par de rodillo, que se llaman rodillos escurridores, posterior a esto, al pasar por la cuchilla de aire el material es secado y el vapor resultante de esto, sirve para mantener la esterilidad química del sistema de envasado.
- f) A continuación por medio de un elemento de sellado, se aplica una cinta que une ambos extremos del material para evitar la humidificación del mismo. La temperatura alcanzada por dicho elemento es de 320°C aproximadamente, y mediante esta temperatura y presión se logra el sellado longitudinal de los envases.
- g) La etapa siguiente, es el llenado del envase, el producto a envasar, en este caso el jugo de manzana, entra por el llamado "tubo de llenado" el cual se encuentra ubicado inmediatamente después de que el tubo de material de envase ha sido sellado longitudinalmente, creando así una sección cerrada. En su viaje "corriente abajo", el tubo de material de envase para a la sección en donde se encuentra el elemento calentador de llenado, este elemento calentador opera a temperaturas entre los 400°C y 600°C, haciendo que la temperatura que se alcanza en la parte interna del material de envase (lámina interna) sea entre 110°C -120°C. Mediante este efecto térmico, se logran un efecto de esterilización químico/térmica del material de envase por el aumento

de la temperatura, la cual provoca la descomposición de la capa de peróxido de hidrógeno, por la formación de gas de peróxido y oxígeno. Gracias a que en esta sección se encuentra el tubo cerrado y a la corriente del aire caliente conteniendo peróxido de hidrógeno, se previene la reinfeción a partir del medio ambiente. La salida del tubo de llenado se encuentra por debajo del nivel de producto que se intenta envasar, el cual esta regulado por un flotador. En la figura 8 se muestra el sellado longitudinal y la formación del envase mediante el sellado transversal.

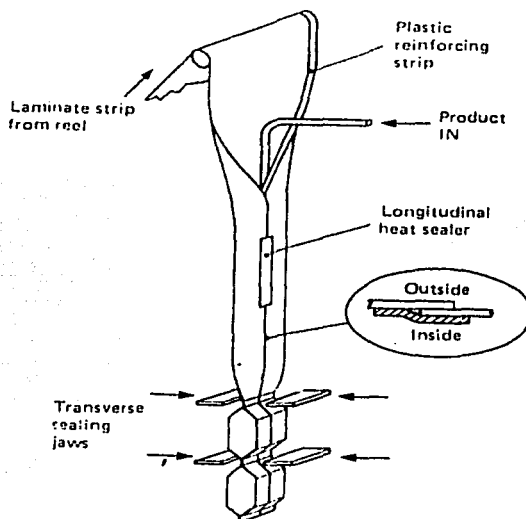


Figura 8. Sellado transversal en llenadora Tetra Pak.
(Robertson, 1993)

- h) El sellado transversal del envase se realiza por medio de unas mandíbulas que tienen la función de sellar y cortar el envase, este sellado se realiza al aplicar impulsos de alta frecuencia, que son convertidos en temperatura lo que provoca el sellado de las capas internas de polietileno del material de envase; al mismo tiempo de que se sella transversalmente, entra la cuchilla de corte, que como su nombre lo indica tiene la función de separar los envases.
- i) Una vez llenado y sellado el envase, se le debe dar una formación final, que consiste en el sellado de picos superiores e inferiores del envase, esto se logra de la siguiente manera: El envase semiformado cae desde la mandíbula de la máquina, hasta el fondo de la sección de la cadena de estaciones, en donde se mueve fácilmente para formar los picos superiores e inferiores; los cuales son calentados en la unidad de calor mediante aire calentado eléctricamente, posterior a esto son sellados en una unidad de presión y finalmente el envase ya terminado se descarga en una cadena transportadora. En la figura 9 se observa la operación antes descrita.

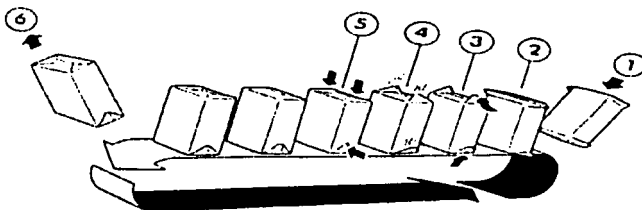


Figura 9. Formación final del envase Tetra Pak.
(Reuter, 1988)

TEJES CON
FALLA DE ORIGEN

- j) Esta cadena lleva los envases a la siguiente operación, que puedes ser según la presentación, hacia una máquina que coloque las tapas abre fácil (en el caso de presentación de 1000 ml) o hacia una máquina que coloca los popotes (en el caso de presentación de 200 ml). La operación final es colocar los envases en el material de embalaje correspondiente para su posterior estibado y almacenado.

En la figura 10 se presenta una máquina envasadora Tetra Pak.

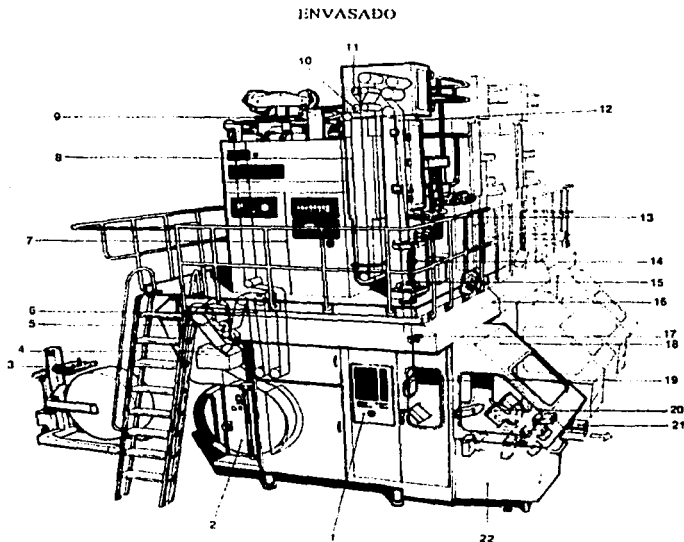


Figura 10. Envasadora Tetra Pak (TBA/8)
(Arthey, 1991)

- 1) *Panel e control*
- 2) *Rollo con material de envase.*
- 3) *Carretilla con elevador hidráulico para transporte del material de envase.*
- 4) *Equipo de empalme automático del material.*
- 5) *Máquina impresora para antes de poner la fecha.*
- 6) *Espiras de material para envasar, que aseguran un suministro uniforme y sin sacudidas de material y posibilita la producción continua cuando hay un empalme de material nuevo.*
- 7) *Aquí va ubicada la mayor parte del sistema de control electrónico de la máquina.*
- 8) *El material de envasado se esteriliza en un baño profundo de peróxido caliente.*
- 9) *Aplicador de una banda de plástico sobre un borde del material de envase, que en el posterior cierre longitudinal, se sella con el otro extremo.*
- 10) *Rodillos prensadores que eliminan el exceso de peróxido de hidrógeno del material de envase.*
- 11) *Cuchilla de aire que seca el material de envase.*
- 12) *Aquí, el material de envase se empieza a transformar en un tubo.*
- 13) *Tubería de llenado.*
- 14) *Elemento para sellado longitudinal.*
- 15) *Elemento de "parada corta" que completa el sellado longitudinal cuando se vuelve a poner en marcha tras una breve parada de producción.*
- 16) *La máquina está diseñada para su interconexión con otras unidades de producción cuando dos o más máquinas envasadoras disponen de una plataforma común.*
- 17) *Fotoceldas que controlan la retención para trabajo artístico.*

- 18) Tapa que puede subirse o bajarse sobre el sistema de lavado automático y sección de plegado final en la que son plegadas las solapas superiores e inferiores del envase y se fijan al mismo.*
- 19) El cerrado de los envases se realiza por debajo del nivel del líquido usado para el calor de inducción.*
- 20) En la sección de plegado final, las solapas superior e inferior de los envases son cerradas en dos líneas.*
- 21) Baño llenado automáticamente con agua y detergente en unión con el lavado externo de la máquina.*

(Reuter, 1988, Tetra Pak, 1999)

Las temperaturas que se manejan durante el envasado en este tipo de maquinaria se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Temperaturas empleadas en el sistema Tetra Pak

OPERACIÓN	TEMPERATURA (°C)
Sellado de SL, sellado, longitudinal (ajuste básico)	320
Sellado de SL. Tubo sellado (ajuste básico)	280
Temperatura de agua caliente	60/75
Sellado transversal	255
Temperatura de vapor de entrada	125-140

(Tetra Pak, 1997)

Esta empresa no solo fabrica envases que tengan la forma de un ladrillo, tiene maquinaria que elabora envases de diversas formas. El jugo de manzana en envases de cartón laminado, se encuentran en presentaciones de 200 y 1000 ml. únicamente

3.2.3.4. Ventajas que ofrece el envasado aséptico

La calidad sensorial y la estabilidad en anaquel sin refrigeración son los atributos clave de los productos asépticamente procesados y envasados. El producto es esterilizado comercialmente a una temperatura alta por corto tiempo, minimizando el daño al sabor natural, el color, la textura y los nutrientes; y se esteriliza el envase por separado (generalmente con una mezcla de calor y peróxido de hidrógeno). El producto y el material de envase son unidos en las

etapas de llenado y sellado en un ambiente estéril, logrando de esta manera, que el producto terminado tenga una vida de anaquel mas prolongada sin necesidad del empleo de la cadena de frío.

La implementación de sistemas asépticos requieren de mucho cuidado e inversión. Por eso es que muchas empresas procesadoras de alimentos (aún empresas muy grandes) eligen contratar a otra empresa para envasar sus productos asépticamente. Estos coenvasadores o maquiladores tienen el equipo y el conocimiento necesario para hacer el trabajo bien, y ahora que se están generando tantas reducciones en presupuestos y personal, contratar a estos "maquiladores" asépticos, el futuro del envasado aséptico va en ascenso.

Además de lo anterior, de manera general podemos decir que el envasado aséptico de jugo de manzana ofrece las siguientes ventajas:

- Mayor estabilidad en almacenamiento, debido a que el ambiente dentro del envase se conserva en condiciones estériles y a menos de que exista alguna infiltración de oxígeno en el envase, este se conserva en excelentes condiciones de calidad durante el tiempo que dura su caducidad.
- Mayor flexibilidad de manipulación en el producto. En este punto se involucra el término de seguridad; debido a que estos productos son dirigidos en su mayoría al mercado infantil, los envases de vidrio pueden ser un peligro para los niños, ya que es un material frágil que con facilidad puede romperse y

causar daños. Los envases de cartón laminado son mas aptos y mas seguros, ya que es un material resistente que no involucra ningún tipo de peligro.

- En lo que se refiere a la transportación, los envases de cartón laminado son mas resistentes al impacto y mas manejables, cosa que no ocurre con los materiales de vidrio, en los que se requiere mayor cuidado en su distribución y por lo tanto un aumento en costos, generado por pérdidas de producto e infraestructura para la transportación y distribución.
- Presentación de una imagen vistosa del producto. El papel y el cartón son materiales que se pueden decorar muy fácilmente, debido a esto la imagen que se les puede dar a los envases es muy variada, y puede ser empleados una gran variedad de diseños y ser aplicados por diferentes técnicas de impresión.
- Reducción de los costos. Esto se debe a que el jugo de manzana es un producto que se altera fácilmente en sus propiedades sensoriales (olor, color, sabor, etc.) y empleando el envasado aséptico en este producto se protege de la luz y el oxígeno y de esta manera se evita la oxidación del producto, conservándolo en buenas condiciones por un tiempo mas prolongado. Con lo anterior se ahorran costos al disminuir en gran medida las pérdidas por contaminación del producto y su posterior deterioro.

- Una ventaja mas que ofrece el envasado aséptico es que al adicionar picos con tapas plásticas, se permite el uso intermitente del producto, es decir, permite el consumo de las cantidades exactas y el resto puede ser almacenado y consumido posteriormente .esto ya es en condiciones de refrigeración, debido a que el producto ya tuvo contacto con el medio ambiente y se perdió la esterilidad del envase y del producto.

CONCLUSIONES

La conservación de alimentos demanda día a día mejores sistemas que permitan atender los requerimientos de abastecimiento de la población en todo el mundo. De esta manera, el envasado aséptico se constituye como una opción más en la búsqueda de productos estables en la etapa de almacenamiento durante largos periodos.

El envasado aséptico ha tenido un avance muy significativo, en el ramo de los lácteos y en el envasado de jugos de fruta, en este último es en el que se centra el presente trabajo; este sistema de envasado, proporciona mantener un jugo que conserva las características iniciales de envasado, mantiene la calidad, con características muy cercanas a las del producto natural, durante su tiempo de almacenamiento sin necesidad de aplicar cadena de frío; disminuyendo notablemente el consumo de energía

De manera general, se ha observado un continuo crecimiento de los sistemas asépticos en México, habiendo tenido una fuerte entrada al mercado los productos principalmente en envase Tetra Brik.

Además de su bajo costo y fácil adecuación a diferentes productos alimenticios, el rápido éxito alcanzado por Tetra Pak en nuestro país ha respondido a sus políticas de renta de maquinaria, abastecimiento asegurado de

suministros y servicio técnico, que ha permitido a diversas empresas introducir el envasado aséptico con relativamente bajos costos de inversión y, por lo tanto, menores porcentajes de riesgo.

De cualquier forma, el mercado potencial de productos asépticos en México es muy grande por lo que se prevé una fuerte introducción de diferentes sistemas en los próximos años.

Como estos, existen ejemplos similares en todos los países, para el uso potencial del envasado aséptico en la protección y mejoramiento de productos ya existentes, o en la creación y apertura de mercados nuevos.

En cuanto al envasado aséptico de jugo de manzana en envases de cartón laminado, se tienen como ventajas el prolongado tiempo de vida de anaquel alrededor de 14 meses sin necesidad de refrigeración, lo que facilita la disponibilidad del producto durante todas las épocas del año, un producto fresco y que mantiene sus características de sabor, olor y color originales. De igual forma favorece el incremento de la comercialización y abastecimiento de jugo de manzana en regiones distantes a sus centros de producción.

El envasado aséptico ha demostrado ya, en la actualidad, su alta rentabilidad con respecto a otros sistemas de conservación de alimentos. De cualquier forma, continuamente se están desarrollando nuevos adelantos y tecnologías con el propósito de reducir aún más los costos, incrementar las

velocidades en las líneas de producción y fomentar la integración de las empresas.

Las perspectivas de desarrollo del Envasado Aséptico en México y el mundo, son enormes y prometedoras, pero es importante tener siempre en cuenta que estos sistemas han surgido como una alternativa más en la conservación de alimentos y que su grado de desarrollo dependerá del impulso que se siga dando a los programas de investigación al respecto.

El Envasado aséptico ha puesto de manifiesto sus grandes beneficios; sin embargo, se requiere de trabajar mucho en esta área para poder entender los requerimientos de abastecimiento de alimentos para toda la población.

El presente trabajo ha pretendido presentar de manera general las características principales del sistema de envasado aséptico en envases de cartón laminado y su aplicación en el ámbito de los jugos de fruta, específicamente jugo de manzana, de manera que pueda ser un apoyo para trabajos posteriores.

BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo. (1986, mayo 21). Avances en el envasado aséptico en vidrio. Industria Alimentaria. pp. 35-39.
2. Anónimo. (1996, mayo). El envase aséptico en Argentina. Industria Alimentaria. pp. 52-55.
3. Anónimo. (2000, octubre). Envasado aséptico en plástico, vidrio y metal. Empaque Performance. pp 33-34.
4. Anónimo. (1995, abril). Las funciones básicas del envase. Empaque Performance. pp. 17-21.
5. Alexandre, José Luis. (1996). Procesos de elaboración de alimentos, España. Universidad Politécnica de Valencia.
6. Arthey D. y Dennis C. (1991). Procesado de hortalizas. España. Acribia.
7. Ashurst P. R. (1997). Procesado de frutas. España. Acribia.
8. Baroja, R. L. (1987, marzo). El envase y embalaje como prevención de daños en el transporte y su relación con el seguro. Alimentaria. pp. 49-55.
9. Barro, C. (1987, marzo). El envasado aséptico de los productos alimenticios. Alimentaria.
10. Brown, N. (2000, febrero). Laser welding of thin polymer films to container substrates for aseptic packaging. Optics & laser technology. pp. 139-146
11. Bureau, G y Mutton J.C. (1995) Embalaje de alimentos de gran consumo. España. Acribia.

12. Charley. (2000). Tecnología de alimentos. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. México. Limusa.
13. Hall, R. L. (1995). Opening Remarks. IUFoST Symposium on the aseptic Processing and Packaging of Food. Tylosan, Suecia.
14. Fellows, Peter. (1994). Tecnología del procesado de alimentos. Principios y Prácticas. España. Acribia.
15. Fernández, Erick. (1998, agosto). Los laminados. Empaque Performance, pp. 44-48
16. García, Francisco Conesa. (1995, febrero). Características de una planta de envasado aséptico de bebidas refrescantes de zumos de frutas (sin gas carbónico) en botellas de vidrio. Alimentaria, pp. 55-59.
17. Méndez, Laura. (2000, diciembre). Cartón: Eficiencia a bajo costo. Énfasis alimentos. Tecnología y empaque, pp. 58-63.
18. Moreno, Carlos (1995) Envases vida y sociedad . Empaque Performance.
19. Rees, J.A.G. y J. Bettison. (1964). Procesado térmico y envasado de los alimentos. España. Acribia.
20. Reuter, H. (1988). Aseptic Packaging of food. Estados Unidos de América. Technomic Publishing Co.
21. Robertson, Gordon. (1993). Food Packaging. Principles and Practice. Estados Unidos de América. Marcel Denker.
22. Saucedo, Jorge Varela y Sepulveda, Victor Hugo. (1993) Sistemas de envasado aséptico para productos alimenticios. Tesis UNAM.
23. Tetra Pak. (1999). Introducción a los sistemas asépticos. Centro de capacitación y servicio. Tetra Pak.. México.