



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS:

EL TERMOSELLADO EN ENVASES DE POLIETILENO
ALTA DENSIDAD EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

HECTOR ANGELES SALGADO

ASESOR: I. Q. FERNANDO MAYA SERVIN.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO. 2002.

TESIS 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: El temonellado en envases de polietileno alta densidad en la industria de bebidas.

que presenta al pasante: Héctor Angeles Salgado

con número de cuenta 8009139-1 para obtener el título de:
Ingeniero en Alimentos

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de Agosto de 2001

MODULO	PROFESOR	FIRMA
III	I.O. Fernando Maya Servín	
III	I.A. Alfredo Alvarez Cárdenas	
I	M.C. María de la Luz Zambrano Zaragoza	

DEDICATORIAS

A papá.

Eres el claro ejemplo de tenacidad y fortaleza, esto es para ti, que es la recompensa a tu esfuerzo, tu dedicación, y empeño, de ti aprendí a no desfallecer nunca, aún en los momentos más difíciles de la vida.

Gracias por tu paciencia.

A mis hermanitas

A ustedes que también son parte de esto, a las más grandes por sus atinados comentarios y a las más chicas quienes compartimos todo desde niños.

A ti Alma

Porque hiciste que los días nublados fueran los más bellos, porque me hiciste ver que solo se puede amar una sola vez, por estar conmigo en todo momento, por tu infinita paciencia y cariño, y por haber compartido conmigo una de las etapas más felices de mi vida.

A mis amigos de la F.E.S.C.

A Román M., por ser un gran cuate y demostrarme su amistad en las buenas y en las malas y a todos los que me faltaron ellos saben muy bien quienes son...

A mamá

Tú mejor que nadie sabes lo que esto significa, gracias por tus sabios consejos, por empujarme hasta el final y por el apoyo incondicional que siempre me has brindado.

Te quiero mucho

A mi hermano

Aunque no jugamos mucho de chiquitos porque llegué un poco tarde, te agradezco tu apoyo incondicional. Ahora me tocó a mí, pero estoy seguro que algún día tú lo lograrás. Sigue como hasta ahora.

A la U.N.A.M.

Porque de ti aprendí lo mejor que tengo, y que solamente aquí lo podía encontrar. Gracias

INDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	6
Capitulo I. ANTECEDENTES	
1.1. Generalidades sobre conservación de alimentos	9
1.1.1. Objetivos y funciones de un envase	9
1.1.2. Interacción envase-alimento	12
1.2. Conservación de alimentos en polietileno alta densidad	13
1.2.1. Importancia	13
1.2.2. Clasificación de los envases de polietileno	14
Capitulo II. METODOLOGIA	
2.1. Descripción y cuadro metodológico	18
Capitulo III. SITUACIÓN TECNOLÓGICA	
3.1. Aspectos generales de las bebidas refrescantes	21
3.1.2. Proceso de envasado para la obtención de bebidas refrescantes	23
3.1.3. Descripción del proceso	26
3.2. Descripción del sistema de termosello en bebidas refrescantes	32
3.2.1. Métodos de sellado	32
3.2.2. Funciones del cierre o tapado	35
3.2.3. Termosellado y tapa de aluminio	41

3.3. Descripción y operación del equipo	48
3.3.1. Determinaciones físicas y sensoriales	56
3.3.2. Pruebas de calidad materia prima	57
3.3.3. Pruebas de calidad producto terminado	59
3.4. Alcances y perspectivas del termosellado	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA	68

INDICE DE CUADROS

1. Microorganismos presentes en los alimentos	11
2. Clasificación de los polietilenos según su densidad	16
3. Producción nacional de bebidas	22
4. Producción nacional por subsectores	22
5. Definiciones legales de las diferentes bebidas refrescantes	24
6. Clasificación de las tapas según su uso	40
7. Ventajas y desventajas del tapado por termosellado	60
8. Tabla de defectos causados por un sellado deficiente	61

INDICE DE FIGURAS

1. Cuadro metodológico	20
2. Diagrama de bloques para la elaboración de una bebida refrescante	26
3. Pasteurizador tubular	28
4. Sistema de sellado de envases	30
5. Sistema de sellado por inducción	34
6. Plancha de sellado por inducción	34
7. Propiedades de barrera de un envase para bebidas refrescantes	41
8. Gráfica del índice de pelabilidad para un sellado ideal	47
9. Intercambiador de calor de tubos concéntricos	50
10. Sistema de troquelado de tapa de aluminio	52
11. Diagrama de un troquel formador de tapas de aluminio	53
12. Figura de una plancha de sellado	54

RESUMEN

Se presenta una investigación documental orientada a conocer las principales ventajas del *termosellado* que actualmente emplea la industria como sistema de seguridad inviolable en envases de polietileno, particularmente en bebidas refrescantes. Se revisan detalladamente las condiciones de control y proceso que se deben tomar en cuenta para asegurar un sello íntegro y confiable, para darle al producto el cumplimiento de su vida útil. Se realiza una descripción detallada de la operación y equipo utilizado por las industrias elaboradoras de bebidas y las ventajas que puede ofrecer éste método de sellado con respecto a otros sistemas de sellado.

INTRODUCCION

En los últimos años, la industria envasadora de alimentos, ha requerido mejores prácticas de conservación de sus productos por periodos de tiempo más prolongados y sobre todo que le aseguren una inviolabilidad y reducción de costos. Esta necesidad surge debido a las alteraciones indeseables que sufren algunos alimentos al no ser consumidos de forma inmediata, alteraciones que tienen que ver en la pérdida del valor nutritivo, cambios en sus propiedades sensoriales, alteraciones en su contenido que ponen en riesgo la salud del consumidor.

Por otro lado los costos energéticos cada vez más elevados obligan a realizar estudios más profundos de los sistemas de envasado y sellado de algunas clases de alimentos con el fin de seleccionar el más adecuado y económico, pero sobre todo que sea el más seguro

En la actualidad, aún son practicados los sistemas tradicionales de sellado (tapas plásticas a presión, de rosca, cintas con sello de seguridad, etc.), pero a consecuencia del avance tecnológico algunos de éstos han evolucionado, originándose nuevos sistemas en función de las necesidades industriales y de consumo.

Dentro de las innovaciones que han tenido éxito en sistemas de sellado es el *termosello*, principalmente utilizado en la industria de elaboración de bebidas de fruta. Este sistema involucra en sentido estricto, una alta seguridad en cuanto a la

conservación del alimento, facilidad de transporte, bajo costo, seguro contra violaciones de producto y de fácil apertura.

Por ser un sistema confiable, sobre todo para productos como concentrados y bebidas, se requiere de estudios adecuados para conocer las condiciones y determinar los parámetros de proceso que propician la adopción de un sistema más rentable que permita disponer de productos más seguros e innovadores.

Dentro del trabajo se hace una descripción detallada del concepto *termosellado*, equipo utilizado, condiciones de trabajo; y las variables más importantes a controlar para este tipo de sistema. Todo con el fin de darle al Ingeniero en Alimentos y al industrial productor de bebidas de fruta, las consideraciones que debe tener para proveer al consumidor un sello positivo, accesible al interior y económico.

JUSTIFICACION

La presente propuesta de investigación, tiene como principio fundamental, el enriquecer al lector el uso fundamental que tiene actualmente el sellado de envases principalmente de bebidas y la importancia de llevar a cabo un buen *termosellado* acompañado de los posibles problemas que podría causar una deficiencia del mismo. El responsable de elaborar bebidas y sellarías por este sistema podrá adquirir de ésta información los puntos más importantes en un proceso de sellado, para evitar perder grandes sumas económicas de materiales y producto

OBJETIVO GENERAL

REALIZAR UNA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL QUE PERMITA DETERMINAR LA IMPORTANCIA QUE TIENE EL TERMOSELLADO EN LA PRODUCCION DE BEBIDAS, UTILIZANDO ENVASES DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD Y TAPA DE ALUMINIO.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1. ANALIZAR LA INFORMACIÓN TEÓRICA Y PRÁCTICA EXISTENTE, REFERENTE AL TERMOSELLO MEDIANTE LA REVISIÓN DE DATOS BIBLIOGRÁFICOS Y CRITERIOS PRÁCTICOS PARA PRESENTAR EL SISTEMA ACTUAL DE ENVASADO DE BEBIDAS.**
- 2. EVALUAR EL SISTEMA DE TERMOSELLADO PARA EL ENVASADO DE BEBIDAS REFRESCANTES UTILIZANDO TAPA DE ALUMINIO Y ENVASES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.**
- 3. DESCRIBIR LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN Y CONTROL DE PROCESO DEL TERMOSELLO PARA ASEGURAR UN PRODUCTO ALIMENTICIO QUE CONSERVE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES.**

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1. Generalidades sobre conservación de alimentos

1.1.1. Objetivos y funciones

La función de un envase es proteger los productos contra los cambios instigados por el medio ambiente exterior. Antes del desarrollo de los empaques, las enfermedades engendradas por los alimentos a causa de microorganismos patogénicos representaron uno de los problemas más serios enfrentados por los seres humanos.

La mayoría de las contaminaciones en los alimentos son a causa de microorganismos identificados como levaduras, hongos y bacterias. Estos como el hombre utilizan el alimento para sobrevivir, solo que ellos sobreviven en un medio adverso si el alimento no es el adecuado para vivir, estos organismos no solo los utilizan para desarrollar su ciclo de vida, sino que son capaces de reportar su extremado y rápido crecimiento. Existen bacterias que pueden desarrollar cien generaciones en 24 horas y/o una generación cada 15 minutos. Esta actividad bacteriana cambia las características naturales de los alimentos física y químicamente provocando la llamada contaminación de alimentos (*Fraiser W, 1976*).

Estos microorganismos abundan en la naturaleza, aire, suciedad y agua, sin embargo solo pueden sobrevivir cuando las condiciones del medio ambiente les

son favorables. Así, si las condiciones son modificadas no pueden sobrevivir, ejemplo: Frio extremo, calentamiento, calor extremo, eliminación de agua y alteraciones del medio (excesiva acidez).

El principio básico de todo método de conservación es la creación de condiciones desfavorables temporal o definitivo en el que el organismo contaminante no pueda crecer o sobrevivir.

Las condiciones desfavorables temporales son las cuales no necesariamente se destruye al contaminante del alimento, por ejemplo, el objetivo principal de la leche pasteurizada es la de eliminar a los agentes patógenos, la congelación método con el cual los contaminantes del alimento están sujetos a un medio en donde no pueden propagarse (Brody, 1973).

Como se ha podido observar, las principales causas de alteración de los alimentos, son los microorganismos. En el cuadro 1 muestra los géneros típicos de microorganismos asociados con la descomposición de importantes alimentos y que nos ayuda a determinar en muchos casos que material de envase podemos escoger para evitar su proliferación (Desrossier, 1979).

Cuadro 1. Microorganismos comunes causantes de la descomposición de los alimentos

ALIMENTO	MICROORGANISMOS MAS COMUNES
Leche y productos de leche	Estreptococos, Lactobacilus, Acromobacter, Pseudomonas, Flavobacterias y Bacilos
Carne y productos cármicos	Acromobacter, Pseudomonas y Flavobacterias, Micrococos, Clodesponos, Tamnidios.
Pescado, Camarones y Mariscos	Acromobacter, Pseudomonas, flavobacterias, Micrococos.
Huevo	Pseudomonas, Clodesponos, Penicilium, Esporotriquios
Hortalizas	Penicilium, Rizopos, Bacilus y Flavobactenas Micrococos, Clodesponos, Tamnidios
Frutas y Jugos	Acromobacter, Pseudomonas y Flavobactenas Micrococos, Clodesponos, Tamnidios

Desrossier, N., 1982

Las enzimas siempre presentes en los alimentos, son otra causa de degradación, y a las cuales hay que inactivar o destruir mediante el proceso térmico con el propósito de evitar la degradación (Lyn, 1979).

La inactivación de enzimas por calor se debe a la alteración que sufren las moléculas, rompiendo ligaduras en la molécula de proteína con disociación y pérdida de estructura. Casi todas son destruidas irreversiblemente en unos pocos minutos calentándolas a 175°F.

1.1.2. Interacción envase alimento

Entre las interacciones que destacan son principalmente : migración de componentes al envase, permeabilidad a los gases y al vapor y permeabilidad a vapores orgánicos.

1. Migración del componente al envase. La migración puede afectar en la calidad y la toxicología de los alimentos; los componentes que migran especialmente de los plásticos es el color, y pueden adversamente afectar el sabor de los alimentos
2. Permeabilidad a los gases y al vapor de agua. Existen dos tipos de mecanismos para la permeación de los gases y vapores a través de materiales de envase, si el material es poroso, hay penetración de pequeñas moléculas de gases y vapores a través de los poros. En el caso de películas no porosas el transporte de masa de los gases y vapores se lleva a cabo por difusión y absorción.

3. Permeación a vapores orgánicos. En la alteración del sabor la primera es la oxidación por la presencia de oxígeno de la atmósfera a través del envase y la reacción subsecuente del alimento, por lo que es necesario una restricción al paso de oxígeno (García J., 1997)

1.2. Conservación de alimentos envasados en polietileno alta densidad.

1.2.1. Importancia

Todos sabemos lo importante que es tanto para el envasador de alimentos como para el proveedor de envases el poder garantizar un producto que esté en óptimas condiciones de envasado para su consumo y para ello el envase juega un papel primordial, por ello, hablar sobre integridad y barrera es de vital importancia.

Con todos estos antecedentes surge la necesidad de conservar por más tiempo el alimento, de contenerlo y transportarlo, hemos visto como han pasado de ser un simple contenedor hasta integrarse en parte importante en la vida de anaquel del alimento

A lo largo de la historia se crearon materiales como cuero y piel, plantas, hojas, barro y con el paso del tiempo nuevos materiales y procesos para la manufactura de envases fueron desarrollados (Cedillo, 2000). Posteriormente con los resultados de la revolución industrial, el vapor y la energía eléctrica aceleraron la urbanización y la industria para cubrir la creciente demanda de productos embotellados a finales del Siglo XIX, época donde se empezaron a perfeccionar

los sistemas de envasado y sellado de muchos productos comenzando a estandarizar cuerdas para tapas sobre todo en la industria de bebidas.

Esfuerzos subsecuentes para dar forma a las tapas de hoy en día hicieron énfasis en el estilo de los empaques de los años 30, y el desarrollo en la producción de contenedores plásticos termo-moldeable.

Durante los 70, las tapas de plástico mostraron un incremento de su mercado en un 60%. En los 80 la demanda tomó fuerza por la conveniencia que estos productos representaban, ya que proporcionaban al consumidor un control en la utilización del producto y a los industriales una buena relación costo eficiencia, además de la posibilidad de una continua innovación en la redefinición de los productos.

1.2.2. Clasificación de los envases de polietileno

Los envases plásticos son el resultado de la combinación de la naturaleza física como química del material, así como de las diferentes sustancias que se le agregan en forma de aditivos al material.

Es el más importante para el diseño de los plásticos, que conforma una tercera parte de todos los empaques de plástico del mundo. De éstos, más del 35% viene en forma de película y hoja, y el uso más común es para bolsas. Hay dos tipos de polietileno, de baja y alta densidad. Las ventajas que tiene es que mantiene el vapor de agua dentro o fuera de él y es útil para los alimentos frescos y en la actualidad es relativamente barato (Roman J, 2001).

Como causa principal es que no deben alterar la frescura o la ausencia del sabor especial al momento del consumo, siguiendo pruebas de degustación del producto después de embotellarlo para apreciar la influencia del envejecimiento y la aparición de posibles anomalías. Las reacciones químicas de polimerización, el hermetismo de las tapas después del embotellado, las condiciones de transporte, de almacenamiento, de distribución deben de controlarse perfectamente para que la bebida conserve todas sus características originales, especialmente las sensoriales (*Apuntes monográficos, 2000*).

El Polietileno pertenece al grupo de los polímeros poliolefinas compuestos por átomos de Carbono e Hidrógeno con dobles enlaces Carbono-Carbono (etileno, propileno e isobutileno).

El polietileno, fue obtenido accidentalmente por los estudios de alta presión del etileno que Michaels realizó en Amsterdam. Este fue un hallazgo afortunado que aprovecho Gibson para producir polietileno, a partir de un mezcla de etileno y benzaldehído (*Ins. Mex. del Plástico, 1997*).

Los polietilenos se clasifican por:

a) Contenido de monómeros

- Homopolímero
- Copolímero

b) Densidad

- Baja densidad
- Alta densidad

c) Peso molecular

- Alto peso molecular
- Ultra alto peso molecular

Las tres clasificaciones, son características de las poliolefinas, que de alguna forma definen el uso y tipo de procesamiento de cada una de ellas. A estas tres propiedades se les conoce como propiedades de caracterización de las poliolefinas, porque conjuntándolas proporcionan todas las características del material y cuidados para transformarlo.

En el cuadro 2, se muestra la clasificación de estos polietilenos de acuerdo al código ASTM, por su densidad como:

Cuadro 2. Clasificación de los polietilenos según su densidad

BAJA DENSIDAD DE:		0.910-0.940 g/cm ³
PEBD	Polietileno de Baja Densidad	
PELBD	Polietileno Lineal de Baja Densidad	

ALTA DENSIDAD DE:		0.941- 965 g/cm ³
PEAD	Polietileno Alta Densidad	
PED-APM	Polietileno Alta Densidad Alto Peso Molecular	
UHMWPE	Polietileno Ultra Alto Peso Molecular	

(Instituto Mexicano del Plástico, 1997)

El Polietileno de Alta Densidad (PEAD), tiene una densidad en el rango de 0.941-0.965 g/cm³, presenta un alto grado de cristalinidad siendo así un material poco opaco y de aspecto ceroso. La rigidez, dureza y resistencia a la tensión de

los polietilenos se incrementa con la densidad, el PEAD y el PELBD, también presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión.

El Polietileno de Alta Densidad, muestra un punto de fusión entre 120 y 136°C, mayor al PEBD.

Por su naturaleza no polar, es como una gran molécula de hidrocarburo parafínico. El PEAD tiene excepcional resistencia a las sustancias químicas y otros medios. No es atacado por soluciones acuosas, salinas, ácidos y álcalis. La solubilidad del Polietileno en hidrocarburos alifáticos, aromáticos y clorados, depende de la cristalinidad, pero a temperaturas elevada el PEAD, es soluble en éstos. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico fumante, peróxidos de hidrógeno o halógenos. Es más rígido, más duro, menos permeable, no tiene sabor no huele, tiene buena resistencia al impacto, y baja resistencia a la tensión (*Morton J, 2000*).

Por esta gran diversificación es ampliamente usado en la industria de bebidas cualidades del envase que da una alta protección al medio adverso, elevadas propiedades físico-mecánicas, resistencia térmica (característica que favorece el sello térmico). Cuenta también con un número variado de aplicaciones, en el sector de envase y empaque se utiliza en bolsas para mercancía, botellas para leche, yogurth, jugos y concentrados industriales, bebidas, cremas de consumo, mayonesas, gelatinas, cajas para transporte de botellas, envases para productos químicos, detergentes, etc (*Barragán Ruben*).

CAPITULO II

METODOLOGIA

2.1. Descripción y cuadro metodológico

La metodología se basó en dos partes fundamentales; en la primera parte, se determinaron las bases del principio de conservación de alimentos ideales para el *termosellado*, por medio de una recopilación de información bibliográfica.

Después se prosiguió la segunda parte donde, por medio de la información presentada en la primera parte. Se describieron los aspectos generales de envasado de bebidas, las pruebas de calidad y condiciones de operación para el sellado en envases de polietileno y tapa de aluminio. Uno de los fines indirectos de este estudio, es presentar las mejores condiciones de operación para evitar pérdidas de producto y material en el proceso de sellado.

Para llevar a cabo el estudio se elaboró un cuadro metodológico el cual explica las actividades a seguir. (ver Figura 1)

Primeramente fue necesario realizar actividades previas como.

1. Conocer la importancia de conservación de alimentos y su influencia con el medio ambiente.
2. Conocer los tipos de conservación utilizados en la industria de bebidas utilizando envases de polietileno y perfeccionamiento del sellado a lo largo de la historia; además de resaltar las propiedades físicas y funcionales que presenta el polietileno como envase.

Para cumplir con el primer objetivo se proporcionaron elementos teóricos sobre conservación de alimentos, características y efectos de los materiales de empaque; así como las ventajas de utilizarlos como sistema de empaque en la elaboración de bebidas.

Para cumplir con el objetivo dos, que es: Describir el sistema de *termosellado* para el envasado de bebidas utilizando tapa de aluminio y polietileno alta densidad; se presenta una diagrama de bloques y la descripción de cada una de las operaciones, posteriormente se hace énfasis en los sistemas de tapa-*envase* y su importancia de hermeticidad y los cambios estructurales que pueden presentarse en el alimento por la deficiencia de éste. Se resaltan los aspectos más importantes del *termosello*, la manera en que debemos controlar las variables involucradas en el sistema para asegurar su integridad envase-producto

Para el cumplimiento del objetivo tres, que es describir los parámetros de control y proceso del *termosello* se describe el método general de proceso de una bebida, así como también los parámetros de control que debemos tomar en cuenta para asegurar un producto con un sistema de sellado confiable, basándonos en algunas pruebas de calidad y sistemas de control en la operación.

Finalmente se hace un análisis de los alcances y perspectivas del *termosello* en la industria de bebidas, con la finalidad de darle al lector una perspectiva más profunda como tema de estudio, para conocer las transformaciones que puede sufrir este sistema de sellado de alimentos.

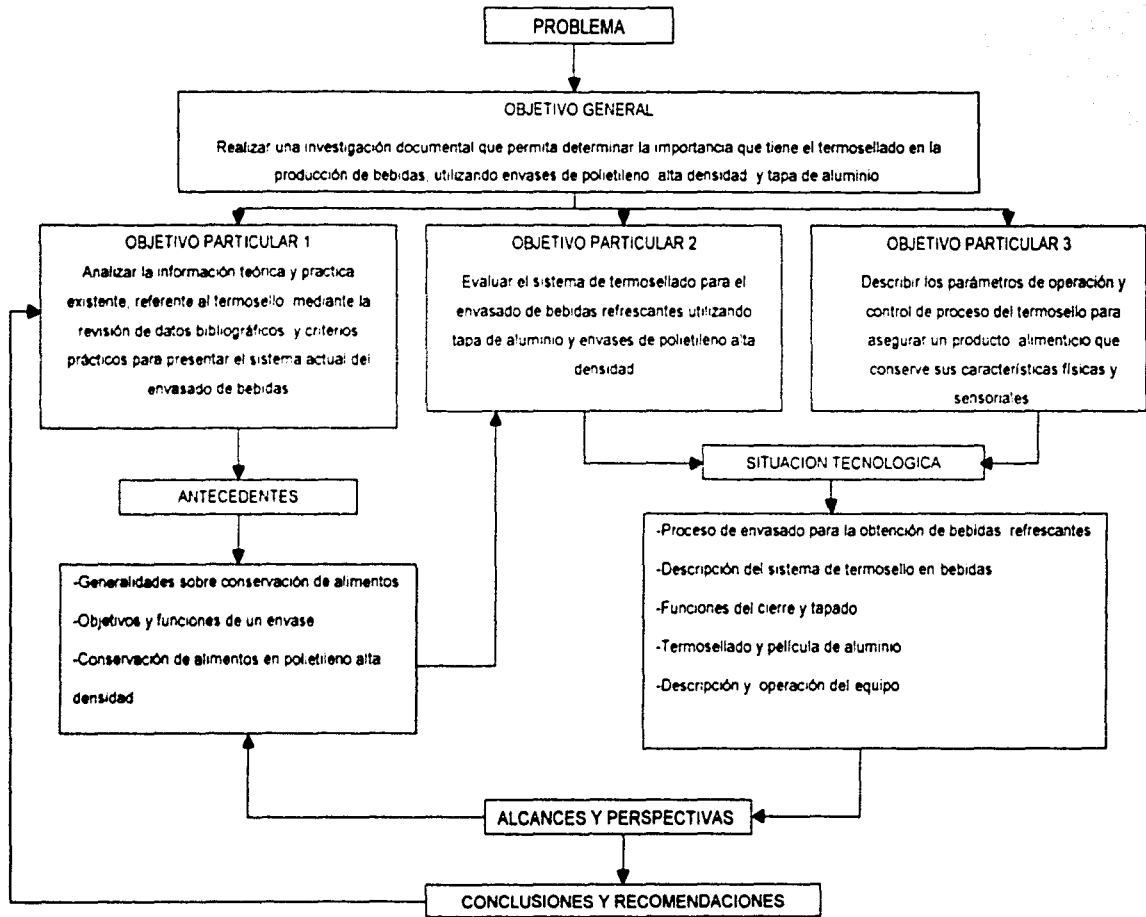


Figura 1. Cuadro Metodológico

CAPITULO III

SITUACION TECNOLOGICA

3.1. Aspectos generales de las bebidas refrescantes

En la actualidad , sin duda, las aguas, jugos y refrescos forman parte de la cultura y costumbres alimenticias de la población mundial.

En los países en vías de desarrollo se consideran parte importante del aporte calórico en las dietas de la población como fuente de energía barata, caso contrario en los países desarrollados están más relacionados con una alimentación sana, y por el aspecto novedoso de su envase y presentaciones atractivas de los productos. La industria mundial de las bebidas tiene un impacto importante en los índices económicos dentro del contexto globalizado de la economía del planeta. (*Bureau, 1996*).

Durante 1996 la industria de bebidas registró un crecimiento del 135% con respecto a 1997, ya que éste año se elaboraron 19,637 millones de litros y la del año anterior fue de 19,122 millones de litros como lo demuestra el cuadro 3. el que presentó mayor crecimiento fue el de jugos y néctares con 19.8%, siguiendo el de leche en 3.4%, el de refrescos y bebidas refrescantes lo hizo en 2.5% y el de bebidas alcohólicas en 1.4%

Cuadro 3. Producción nacional de bebidas

AÑO	PRODUCCIÓN
1994	18,970,189
1995	18,261,258
1996	19,12,796
1997	19,637,679

Boletín a.m.e.e., 1988

En el cuadro 4, se observa que el sector de refrescos y bebidas refrescantes representa el 54.89% del total de producción de la industria de bebidas en México, seguido por la elaboración de bebidas alcohólicas con el 25.96%, seguido por leche envasada y por último jugos y néctares.

Cuadro 4. Producción de bebidas por subsectores

SUBSECTOR	PRODUCCIÓN %
Refrescos y bebidas refrescantes	54.89
Bebidas alcohólicas	25.96
Leche envasada	16.78
Jugos néctares	2.37

Boletín a.m.e.e., 1998

3.1.2. Proceso de envasado para la obtención de bebidas refrescantes.

Las bebidas son un grupo diverso de consumo que abarcan desde la bebida más inocua y esencial, el agua, hasta el más fuerte de los aguardientes. Las bebidas pueden consumirse frías, calientes y pueden estar carbonatadas o no. Es también bien patente que el consumo de bebidas puede estar muy alejado de la función biológica básica de saciar la sed. El Café y el Té las "copas" que animan pero no embriagan se pueden consumir por sus suaves propiedades estimulantes en cantidades que exceden, las que serían necesarias para mantener la hidratación corporal. Las bebidas deportivas se beben para favorecer el rendimiento atlético, mientras que las razones que hay detrás del consumo de las bebidas alcohólicas son, sin duda, bien conocidas por todos. (Ashurst R, 1995).

El término de bebidas refrescantes está abierto a diversas interpretaciones, el término engloba a las bebidas sin alcohol, pero en su uso corriente excluye al Café y al Té y a las bebidas basadas en la leche. (ver cuadro 5)

Cuadro 5. Definiciones legales de las diferentes bebidas refrescantes.

Soft drink Cualquier líquido destinado a la venta para el consumo humano quedando excluidos: agua, zumo de fruta, leche y preparados lácteos.

Squash Refresco que contiene zumo de fruta, y que no es un *comminuted citrus drink*, que se destina al consumo tras su dilución y su contenido en fruta va del 10-25%.

Cruz Refresco que contiene zumo de fruta, y que no es un *comminuted citrus drink*, destinado al consumo sin dilución, e incluye cualquier *cordial*, el contenido en pulpa varía del 3-5%.

Comminuted citrus drink Refresco que conlleva la trituración de cítricos enteros. El contenido mínimo de fruta varía del 7-10%, para los zumos que se consumen tras ser diluidos

Lemonade Bebidas refrescantes que no alcanzan el mínimo de fruta exigido. Las etiquetas no pueden incluir ilustraciones de frutas.

Cordials Este término no tiene un significado legal general, pero se pueden aplicar a cualquier squash o crush claro de cítricos

Alan, 1994

Históricamente, las bebidas refrescantes derivan de dos fuentes principales, de las aguas minerales con gas y aromatizadas con frutas que estuvieron asociadas con la popularidad de los manantiales europeos, y de las versiones sin alcohol de las cervezas de hierbas elaboradas de un modo casero. La tecnología de la elaboración de las bebidas refrescantes es relativamente sencilla, en contraste con el desarrollo de la formulación inicial, el cual puede ser muy complicado. De hecho, en muchos casos la elaboración de jarabe, que es la etapa crucial que determinará la cualidades y la calidad del producto.

Actualmente con la aparición de las bebidas basadas en frutas, tratadas térmicamente y envasadas asépticamente, las cuales son estables a temperatura ambiente son envasadas asépticamente tras el tratamiento térmico, lo más frecuente son los envases Tetra-Brik; también las bebidas no carbonatadas con tratamiento térmico envasadas en contenedores plásticos y sellados herméticamente se almacenan a temperatura ambiente sin sufrir deterioro alguno.

3.1.3. Descripción del proceso

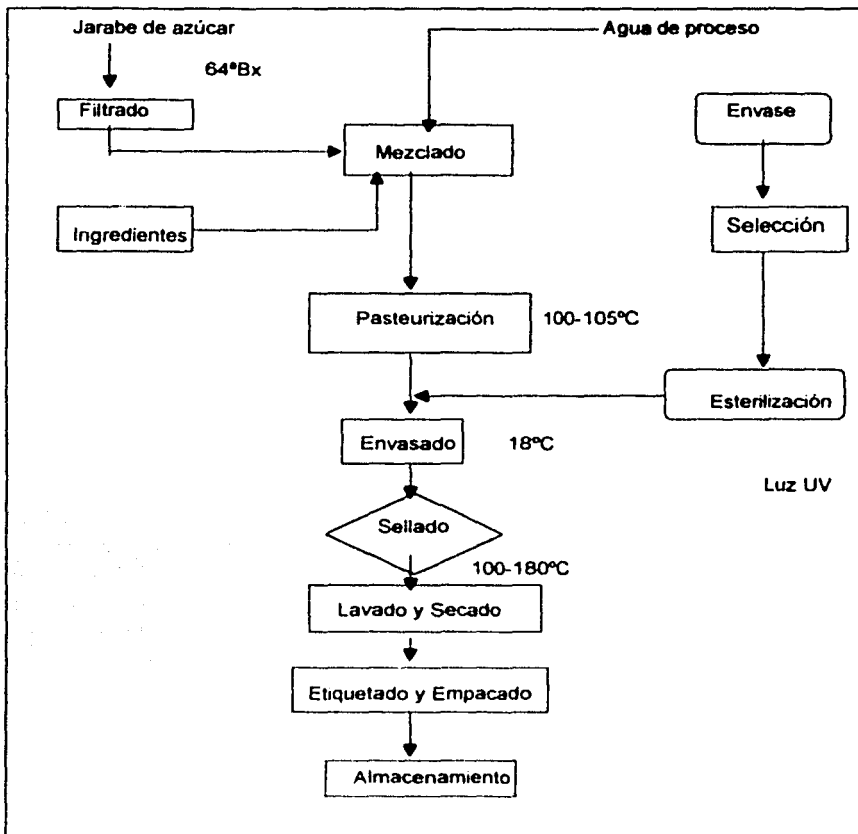


Figura 2. Diagrama de Bloques para la elaboración de una bebida refrescante

Alan H., 1994

En la figura 2, se pueden apreciar los pasos que se siguen para la obtención de una bebida refrescante. A continuación se describen cada una de las operaciones y la importancia que tienen en el proceso.

1. Preparación del Jarabe de Azúcar.

Este proceso se lleva a cabo por separado. Se prepara aumentando la temperatura del agua hasta unos 80°C y posteriormente se adiciona el azúcar hasta alcanzar entre 60-65°Bx. Generalmente se usan tanques de acero inoxidable con agitadores de aspas planas.

2 Filtrado

En este paso, el jarabe de azúcar se ajusta a especificación, se hace pasar por un filtro prensa con una malla de aproximadamente 0.20 pulgadas con el fin de retener basuras e impurezas provenientes del azúcar. El control en esta etapa debe ser preciso y determina la calidad del producto final.

3. Agua de proceso

Es el elemento que tiene repercusión directa sobre la calidad del producto final. Debe ser libre de micropartículas mediante filtración, reducción de la dureza y ajuste del pH. La cloración del agua es la más usada para favorece la destrucción de las formas vegetativas y presenta la ventaja de eliminar las sustancias oxidativas.

4. Mezclado

En este punto se incorpora el agua y el jarabe de azúcar, en un tanque agitador de acero inoxidable, posteriormente se le adiciona la fructosa y demás ingredientes en polvo (edulcorantes, emulsión de bebida según sea el sabor, conservadores y vitaminas). Es importante considerar el orden de adición y tiempo de mezclado ya que de ello dependerá la integración adecuada de cada uno de los ingredientes.

5. Pasteurización

Una vez preparada la bebida, se hace pasar por una pasteurización; los equipos más utilizados son Pasteurizadores de placas y tubulares (fig. 3), generalmente a una temperatura de 100-105°C, donde la mayoría de los microorganismos son destruidos o inactivados generalmente células vegetativas (Ríos R, 1986).



Fig. 3. Vista de un pasteurizador tubular (Fuente propia, 2001).

6. Alimentación y selección de envase

Son alimentados a la línea por máquinas de alta velocidad que pasan por una banda transportadora donde son seleccionados y eliminados envases perforados, mal rebabeados y deformes, es decir, todos aquellos envases que puedan alterar la secuencia del proceso y donde puedan reducir la calidad del sellado. Aquí, se coloca un túnel de radiación UV con el fin de esterilizar el envase.

7. Envasado

Se utilizan llenadoras de presión-gravedad (*Dagda E., 2001*), donde reciben el líquido desde lo alto en una especie de olla giratoria que distribuye el producto en un sistema de tubos que conectan hasta las boquillas o válvulas las cuales actúan al ser accionadas por las botellas. Son poco precisas en el nivel de llenado y es determinado por el espacio que introduce el vástago de la válvula en el interior del envase. El producto en este punto generalmente tiene una temperatura promedio de 18°C.

Son construidas de acero inoxidable y trabajan a una velocidad de entre de 250-800 botellas por minuto.

8. Sellado (Termosellado)

Las botellas son alimentadas desde la llenadora pasando por una plancha caliente (100-190°C), donde previamente a través de un troquel alimenta tapas preformadas de foil de aluminio. Dicha plancha térmica tiene la finalidad de sellar

la tapa con el envase a una temperatura y presión constante. La película de polietileno que integra la tapa de aluminio, se funde por acción de la temperatura uniéndose a la corona del envase para formar un sello hermético. (ver fig. 4)



Fig. 4. Imagen de un sistema para termosellar envases de polietileno alta densidad con foil de aluminio. (Fuente propia, 2001).

9. Lavado y Secado

El lavado de envase tiene la finalidad de eliminar los restos de jugo, generalmente se usa presión de agua. El secado se realiza por un túnel de agua a presión de aire de $(3-5 \text{ kg/cm}^2)$ con el propósito de eliminar los restos de agua y asegurar un buen etiquetado.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

10. Etiquetado y Empacado

En ésta etapa, se colocan las etiquetas de identificación del producto y pueden existir o no. Este es un punto que le da valor de imagen al producto donde se define la aceptación visual del mismo. Debido a que generalmente el producto se expone en lugares visibles, una etiqueta chueca, rota, desviada, despegada o mal impresa, determinan la aceptación del producto por parte del consumidor. El empacado para este tipo de envase de polietileno, se utilizan encajonadoras que trabajan con impulsos eléctricos. Donde el corrugado es alimentado en la parte superior de la máquina y por medio de fotoceldas se introducen grupos de envases que son envueltos por el corrugado y sellado por un pegamento que es inyectado por un sistema eléctrico-mecánico.

3.2. Descripción del sistema del termosello en bebidas refrescantes.

3.2.1. Métodos de sellado

Existen cuatro métodos por los cuales puede ser colocado y adherido el sello de garantía a la boca del frasco, cada método requiere de una estructura de sello diferente ya que el agente de pegado es diferente en cada caso.

a) Activado por el torque

Los sellos sensibles a la presión son fabricados de espuma de estireno, lo cual es recubierta por el lado que va en contacto con el envase con un adhesivo que es activado con el torque. Este adhesivo es encapsulado en la superficie del liner, cuando es presionado con la boca del frasco, las cápsulas se rompen liberando el adhesivo, estos liners son igualmente efectivos sobre contenedores de vidrio o plástico. Los materiales sensibles a la presión tienen un periodo limitado de almacenamiento de 6 a 12 meses dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad de almacén. Estos sellos no se recomiendan para líquidos o donde la corona del envase se encuentre húmeda. Estos sellos son fáciles de usar, ya que no requieren equipo adicional, sin embargo son los menos efectivos como sellos inviolables.

b) Sellado por adhesivos aplicado en línea

Generalmente se utiliza papel glassine para café, instantáneo o té. Estos sellos son adheridos a la boca del frasco con adhesivos como acetato de polivinilo, el cual es aplicado directamente a la boca del frasco con la ayuda de un rodillo antes o después de la estación de llenado, siendo que por acción del torque al adhesivo entra en contacto con el liner o sello. Cuando el sello es de papel glassine, necesariamente deben romperse para abrir el envase, sin embargo cuando se habla de estructuras complejas como aluminio, entonces el sello es removido como sello pelable, es decir sin romper.

c) Sellado por inducción Equipos de frecuencia (fig. 5 y 6).

Este tipo de sellado resulta más efectivo en cuestión de inviolabilidad, entre sus ventajas destaca lo siguiente.

- Ampliamente aceptado por el consumidor
- Incrementa la vida de anaquel del producto
- Evita fugas de los productos líquidos
- Evita la oxidación de los productos por resultado de intentos de hurto, pérdida de aroma, sabor, u otras degradaciones
- Es suficientemente resistente para mantener el vacío en productos envasados en caliente
- Puede mantener la naturaleza estéril del producto buscando temperaturas de esterilización durante el sellado.



Fig. 5. Imagen de un equipo de sellado por inducción (Fuente propia, 2001)

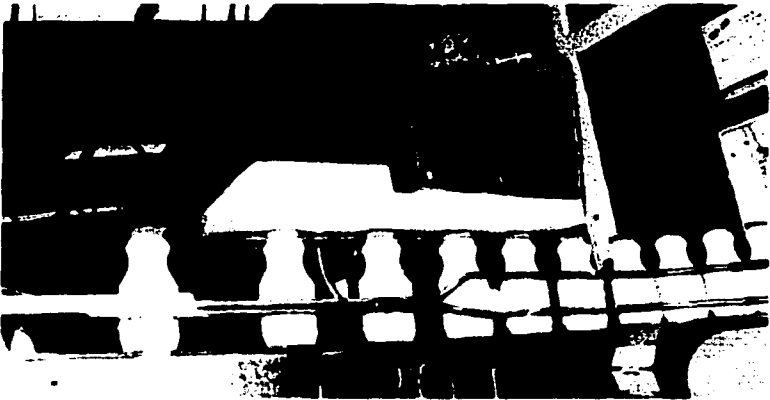


Fig. 6. Imagen de una plancha de sellado por inducción que por medio de un equipo de frecuencia, logra un sello hermético. (fuente propia, 2001).

d) Sellado por inducción. Equipos de placas termosellantes

Este método es muy similar al anterior y corresponde a nuestro tema en estudio, con la diferencia básica que la película depositada en el foil de aluminio no es fundida por efecto de una longitud de onda de un equipo de alta frecuencia, sino por el calentamiento del mismo en contacto directo de planchas o placas que presionan el foil al envase, logrando de esta forma la unión de la tapa de aluminio y el envase.

Se utiliza en envases donde no existe una tapa plástica, sino simplemente una hoja de aluminio (foil), como es el caso de gelatinas, productos lácteos, yogurth y bebidas refrescantes.

El proceso consiste en suministrar el foil a través de un troquel y por medio de una plancha a una temperatura dada es sellado al envase. (Rodríguez, 1996)

3.2.2. Funciones del cierre o tapado.

En la industria de bebidas, existen actualmente una gran variedad de tapas, tapones, cubiertas, cintas, cordones, cremalleras y otras formas de sellado disponibles. La tapa es reconocida como un elemento importante de la mayoría de los envases para bebidas porque es un medio por el cual los consumidores interactúan con el envase, es un sistema que se ajusta a los diferentes contenedores de vidrio, plástico, metal y satisfacen cuatro funciones primarias:

- a) Proveer protección al contenido a través de un sello positivo.
- b) Proveer accesibilidad al interior del empaque.
- c) Resellabilidad de acuerdo a los requerimientos de conveniencia y control.
- d) Proveer un vehículo para la comunicación visual, auditiva y táctil con el producto (Escobar, 1999).

Un sellado efectivo puede mejorar en gran medida la utilidad y funcionalidad de casi cualquier envase para beber. Un sello ineficiente, que es muy fácil y difícil de abrir, rápidamente genera quejas y reclamaciones de los consumidores.

Un sellado se comportará correctamente si además de estar constituido por un material impermeable, se ajusta perfectamente a la boca del envase y se establece la adecuada presión entre su liner y la zona superior de la boca del recipiente.

Para todo envasador, es importante tener información acerca de resistencia al sellado y evidencia del mismo, facilidad de operación, maquinabilidad, método de aplicación, y costo, para poder elegir la tapa adecuada y los puntos críticos definidos. (ver cuadro 6)

La tapa es un elemento importante para el envase, ya que es la garantía de la duración o inviolabilidad del producto y cumple con los siguientes objetivos:

- e) Sellar, tal que el contenido no se salga o que penetren elementos extraños.
- f) Facilitar el abrir y/o cerrar el envase las veces que sea necesario.

La tapa deben tener ciertas características comunes, por ejemplo:

- a) Tener inercia química, es decir, no modificar el producto en sus características, ni reaccionar con él, ni añadir ningún compuesto tóxico al producto.
- b) Tener sello hermético para prevenir la interacción del ambiente con el interior.
- c) Dar apariencia satisfactoria al producto después de un periodo de almacenaje.
- d) Absorber cualquier diferencia entre el cierre y el envase.

Por lo anterior podemos decir que la tapa debe proveer cinco puntos importantes:

1. Sello Positivo

Un producto empacado es vulnerable para muchas formas de deterioro natural, incluyendo la migración del agua o vapor de agua, contaminación por oxígeno, dióxido de carbono y microorganismos. El producto empacado es además atacado por el calor y frío extremos, sequedad y humedad.

Un sello positivo se consigue cuando los puntos de contacto de la tapa y parte superior del envase se presionan simultáneamente para lograr el sello.

La retención del producto es la función básica de cierre o tapa. Mantener el envase cerrado de tal manera que el producto no se fugue o derrame. Conservar el peso, comprado por el consumidor. Es muy importante la contención en la transportación de los materiales peligrosos, por el riesgo que presentan para el personal que está en contacto directo con los recipientes o envases de los mismos.

2. Accesibilidad

Muchos empaques hoy en día son sistemas ergonómicos de fácil apertura y distribución. La tecnología del tapado siempre ha buscado proveer un sello ajustado de fácil acceso (*Escobar, 1999*). La accesibilidad de un empaque se debe ajustar según las conveniencias del mercado.

3. Conservación de la Calidad

La preservación de la calidad del producto puede ser tan simple como prevenir los cambios de presión en un recipiente, o tan complicada como evitar la transmisión de O_2 o vapor de agua dentro del envase. De modo similar muchos alimentos son producidos y vendidos con vacío interno permitiendo mantener la calidad del producto evitando la presencia de oxígeno que podría promover el desarrollo de microorganismos o la oxidación de las grasas contenidas en los productos. La pérdida de vacío puede conducir a la putrefacción del producto

alimenticio contenido en el envase, una situación potencialmente peligrosa para cualquier persona que lo consuma y sobre todo la pérdida de imagen en el mercado.

4. Fácil remoción

Las tapas deben mantener un envase seguramente cerrado, pero deberá abrirse fácilmente. Estos requerimientos parecen ser opuestos pero muchos sistemas han sido desarrollados para cubrirlos. La tapa de panel sonoro o termosellado usados para bebidas es un ejemplo. La tapa permanece fuertemente cerrada, manteniendo el producto en un buen estado presurizado hasta que el sello se rompe con la remoción de la tapa. La evaluación de abre fácil de un producto puede variar de uno a otro.

5. Seguridad y control

Los controles en la accesibilidad son de dos tipos principalmente: sellos de garantía y a prueba de niños. Los sellos son donde la tapa es removible pero la banda de garantía se queda en el cuello de la botella; en otra el sello es roto y desechado. Por otra parte las medidas de control a prueba de niños están diseñadas para el acceso a producto a niños menores de cinco años. Este está frecuentemente formado por un acceso mecanizado que contemplan una serie de pasos coordinados por encima del desarrollo motriz de un niño (*Young W., 1983*).

En el Cuadro 6, podemos observar la clasificaciones de cierres y tapas que existen actualmente en los diferentes envases para alimentos y que nos indican en cierta forma el tipo de cierre que se adecua al tipo de alimento, según su uso.

Clasificación de Tapas

Cuadro 6. Clasificación de tapas según su uso.

CLASIFICACION	MATERIAL								
Por su material	<table border="0"> <tr> <td>*Metálicas</td> <td>* Plásticas</td> </tr> <tr> <td>Aluminio</td> <td>polietileno</td> </tr> <tr> <td>Hojalata</td> <td>polipropileno</td> </tr> <tr> <td>Plomo-estaño</td> <td>poliestireno</td> </tr> </table>	*Metálicas	* Plásticas	Aluminio	polietileno	Hojalata	polipropileno	Plomo-estaño	poliestireno
*Metálicas	* Plásticas								
Aluminio	polietileno								
Hojalata	polipropileno								
Plomo-estaño	poliestireno								
Por su proceso y Fabricación	Troqueladas y embutidas (tapas metálicas) Moldeadas por inyección (no plásticas) Moldeadas por termoformado (termoplásticas) Maquinadas (corcho)								
Por su ensamble al envase	A presión Roscadas								
Por su función	Involables A Prueba de Niños Irrellenables Dispensadoras Por su Hermeticidad								

Baez C., 2001

3.2.3. Termosellado y Tapa de Aluminio.

Para realizar el presente estudio, fue conveniente revisar los sistemas básicos de sellado en envases de polietileno y resaltar su importancia actual en la industria de bebidas. En abril de 1985 apareció un artículo en la revista Food and Drug Packaging, el cual decía "Los envasadores clasifican la integridad del sellado cómo lo más importante" (amee, 1999).

Al referirse a barrera e integridad se está hablando tanto de la protección del producto envasado de las influencias del medio ambiente (polvo, olores, oxígeno, etc.) como de la protección del medio ambiente de las influencias del producto (aroma, gases y otros; ver figura 7).

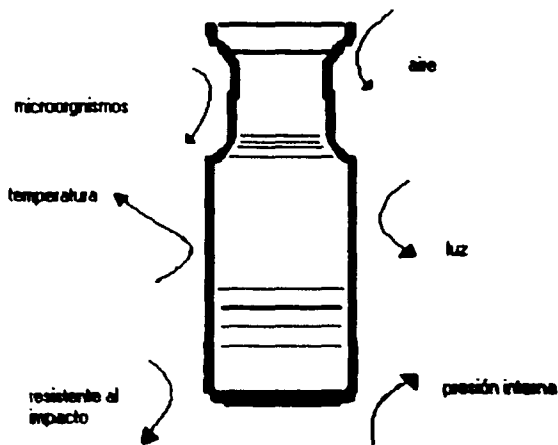


Figura 7. Esquema de las propiedades de barrera de un envase contenedor de bebidas refrescantes (seminario de envase y embalaje, 2001).

Desde un punto de vista más amplio, se puede dividir la barrera de los envases en su barrera estructural y su barrera intrínseca, la cual es la característica propia de los materiales con que está hecho un envase. Sin embargo, la barrera estructural depende de dos cosas, primera que tan bien estén combinados los diferentes sustratos o elementos que conforman el sistema y segundo, que tan íntegro está el sistema en lo referente a su sellado. Haciendo énfasis en el segundo punto empezaremos a definir los factores que pueden influir en la integridad del termosello.

Por todo lo anterior se tiene la siguiente definición: *el termosellado es un sistema de tapado que por efecto de presión y temperatura produce un sello hermético.*

Entre los principales rubros que afectan el *termosello* tenemos la contaminación por causa del producto por caída libre, condiciones de sellado, delaminación y otros.

a) Contaminación

La contaminación del área del *termosello* es quizá uno de los factores que más influyen en la falla o rotura de la integridad de un envase. Entre los elementos más comunes de contaminación tenemos los siguientes:

1. Elementos extraños como rebabas plásticas, envases defectuosos y restos de foil.
2. Aceites y grasas provenientes de una contaminación del envase previo al sellado.
3. Líquidos en general agua y jugo, etc.

La contaminación no solamente está en función de estas partículas contaminantes, sino también de factores relativos a las máquinas de envasado y a los materiales que se utilicen. Por ejemplo, un mal soplado de envase, un desajuste en el sistema que como consecuencia provoca paros prolongados en la producción.

b) Fugas de producto

Como segundo factor crítico en la integridad del *termosello* que se producen causadas ya sea por doblamientos en la formación de la tapa de aluminio, por arrugas en el laminado, cuando éste pasa por el área de sellado, cuando hay varias capas que sellar en una misma estructura, y finalmente por deformaciones del envase que impiden que el sellado se lleve adecuadamente (*Roman J, 2000*).

c) Carga o presión

Otro de los factores que afectan la integridad del *termosello* es la carga a presión del producto envasado sobre las partes del envase. El producto puede ser

envasado sobre las paredes del envase. El producto puede ser evaluado mediante una caída libre a cierta altura.

Existe entonces una gran presión sobre el área del *termosello* mientras éste aún está caliente en el proceso de envasado. A éste fenómeno se le conoce como "hot-tack" o índice de pelabilidad, el cual podemos definir como la fuerza y/o resistencia del *termosello* a abrirse cuando todavía está caliente o semiderretido. Esta propiedad es fundamental para resguardar la integridad del *termosello*, no solamente en envases hechos en máquinas de llenado vertical, sino también de llenado horizontal de altas velocidades. En resumen el "hot-tack", nos va a permitir envasar productos pesados o sistemas de envase con exceso de presión sino que tengamos que preocuparnos porque el envase se vaya a abrir por alguna de las áreas del *termosello*

d) El cuarto factor que discutiremos es el relacionado a las condiciones de *termosello* y operación de la máquina. Básicamente existen tres variables en el envase sellado con calor que son : tiempo de sellado o residencia, presión y calor.

En lo que se refiere a tiempo de residencia, ya que las exigencias actuales piden velocidades más altas para poder satisfacer las necesidades del mercado, el cual se ve limitado por las máquinas y el tipo de estructura que se corren en estas máquinas. (Mathlouti M, 1994)

La segunda variable que podemos manejar es la presión en la zona de *termosello*. Aquí es importante mencionar los siguientes factores que garantizan la integridad del termosellado.

1. Presión uniforme en la plancha para cada uno de los envases que permita un encaje perfecto.
2. Superficie de la plancha perfectamente calibrada, limpia y nivelada.
3. Los diversos mecanismos de control de presión deben estar bien regulados.

Por lo anterior, es muy importante tener un adecuado mantenimiento y un buen control de los perfiles de las planchas ya que son causa frecuente de las fugas y pérdidas de material. También si no hay una buena sincronización, trae como consecuencia el desgaste paulatino de las piezas, sino también la rotura y microperforación del laminado en la zona del sello, y si hay dobleces o deformaciones en el material de empaque, trae como consecuencia variaciones en la zona de presión, variaciones en la cantidad de calor que recibirá y variaciones en el equilibrio de las fuerzas físicas que interactúan sobre el área de *termosello*

Finalmente en lo que se refiere al control de temperaturas, si se realiza un diagrama de temperatura contra fuerza de sello para el producto y definimos la fuerza mínima aceptable de sello para nuestro envase, podemos determinar la fuerza máxima del *termosello* en base a los siguientes factores:

- a) Limitaciones del envase
- b) Adherencia al sistema en general

Con estos parámetros se puede definir una zona ideal de sellado (ver fig. 8) Temperaturas muy bajas no darían la suficiente fuerza de sello y temperaturas muy altas causarían problemas tales como foil arrugado que provoca microfugas y quemado del mismo, menor fuerza de sello y de "hot-tack", estructura más quebradiza, distorsión y deformación del envase. Si además sobre ésta curva colocamos la curva de "hot-tack", encontraríamos que en la mayoría de las veces existen serias limitaciones en cuanto al rango de temperaturas en el cual podemos trabajar el laminado. Si a esto añadimos los factores externos de variación de temperatura tales como paros y arranques de la máquina, cambios de velocidad y de presión, fallas en los controladores de temperatura, capacidad de calentamiento, encontraremos que hacer un buen *termosello* es realmente complicado y limitado.

Una de las soluciones para resolver todos los problemas anteriormente descritos, es la de utilizar un material que tenga amplio rango de "hot-tack" y baja temperatura de iniciación de sello.

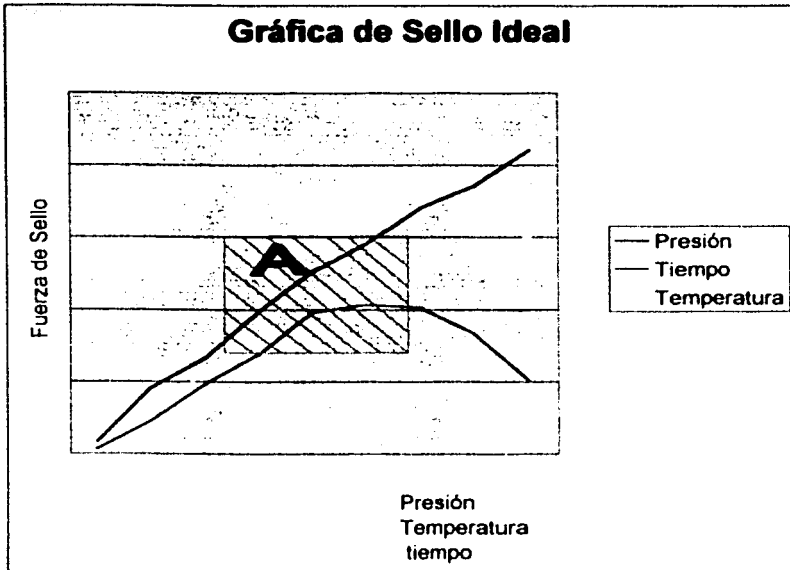


Fig 8. La Gráfica muestra el comportamiento que presenta un termosellado donde se puede encontrar el índice de pelabilidad o "hot tack" para un sellado ideal (zona A).

Para la **Presión**, si se mantiene una temperatura y tiempo constante, la **Temperatura** si se mantiene la **Presión** y tiempo constante y finalmente el **tiempo**, a **Presión** y **Temperatura** constante (Dagda E, 2001)

Haciendo una breve recapitulación, podemos decir que independientemente de los materiales que se vayan a utilizar para envasar, lo que se pretende lograr es un sello íntegro a prueba de falla y ofrecer al mercado un producto limpio y sano. El termosellado es quizá una de las áreas más críticas en el proceso y un mal control de esta variable puede llevarnos a perder grandes sumas de materiales y producto.

3.3. Descripción y operación del equipo.

A continuación se describirá, ya que es uno de los objetivos de éste trabajo, la importancia del proceso de empaque y la operación del equipo.

Ya que el equipo ha sido sanitizado, y se ha obtenido el producto dentro de los parámetros requeridos, se inicia el proceso de envasado y empackado.

- a) Inicialmente, el equipo se opera recirculando agua para verificar la hermeticidad del sistema, mientras el producto a envasar se está analizando en sus características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas, todo esto con el fin de que el equipo se ajuste con anticipación para evitar cualquier falla en el arranque
- o Temperatura de las planchas 100-190°C
 - o Aire para el sistema de troquelado y formado de la tapa de aluminio a 1.5 kg/cm².
 - o Energía eléctrica. La requerida para operar la totalidad del sistema.

b) El producto es bombeado del tanque de preparación al sistema de pasteurización por medio de una bomba de desplazamiento positivo. El intercambiador de calor utilizado es del tipo tubular. En el tubular el producto corre en un sistema de tubos concéntricos. Corre a través de un tubo central, mientras que el sistema de calentamiento o enfriamiento, se mueve a contracorriente a través del espacio anular. Como se puede apreciar en la figura 9.

Estos intercambiadores de calor están contruidos de acero inoxidable, acabado espejo sanitario. Ofrecen un mantenimiento más simple, un intercambio término más rápido en comparación con otro tipo de intercambiadores.

c) Tanque de recepción. El producto se está bombeando directamente del intercambiador de calor a una temperatura aproximada de 18-20°C, mediante un bomba de desplazamiento positivo. El tanque está contruido de acero inoxidable y tiene la función de mantener un nivel del producto aceptable para hacer continuo el flujo en el proceso.

d) Sistema de llenado. Se cuenta con una llenadora de presión-gravedad de acero inoxidable con una capacidad de aproximadamente 500 lts. donde es retenida la bebida, puede contar con 20 a 28 válvulas de acero inoxidable que se accionan por el paso de la botella.

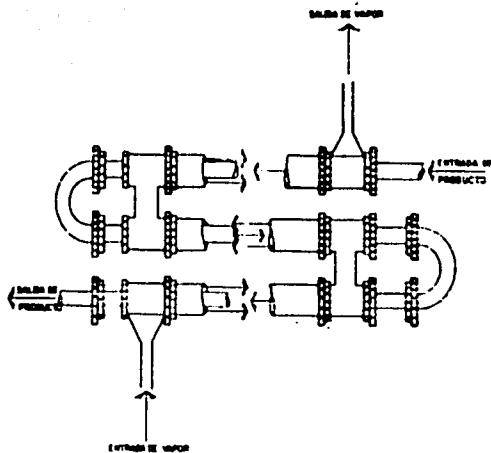


Figura 9. Intercambiador de Calor de Tubos Concéntricos.

El flujo del producto es por el tubo central mientras que el medio de intercambio de calor (vapor-agua), fluye a contracorriente por el espacio anular (Faust A., 1975).

e) Sistema de sellado. Para cumplir con este paso se tienen dos sistemas.

- *Troquelado*

Un troquel tiene como principio la formación y dosificación adecuada de la tapa de aluminio; una bobina de aluminio es colocada en una base donde el aluminio es introducido en un sistema neumático de rodillos que hacen el trabajo de distribuirlo a través de todo el sistema. Unos pistones trabajan en conjunto para cortar círculos de tapas, para después pasar por un sistema neumático que permite dar forma final a la tapa mediante impulsos consecutivos.

Finalmente la tapa cae por gravedad a una carrillera donde llega al aplicador que se acciona al pasar el envase. Un sistema de aire que va de 1.0-1.5 kg/cm², tiene la función de empujar las tapas en el momento del corte y formado con el propósito de evitar atascamiento en el sistema neumático y facilitando alimentación a la carrillera (ver fig. 10 y 11) Para evitar una carrillera vacía y atascamientos en el sistema hay una fotocelda que corta el sistema eléctrico del troquel.

La velocidad de estos troqueles puede variar según marca y modelo pero en promedio trabajan de 350-500 tapas por minuto.

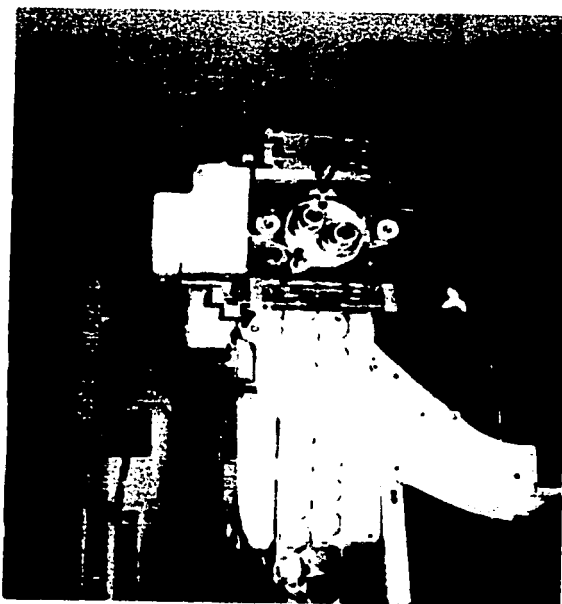
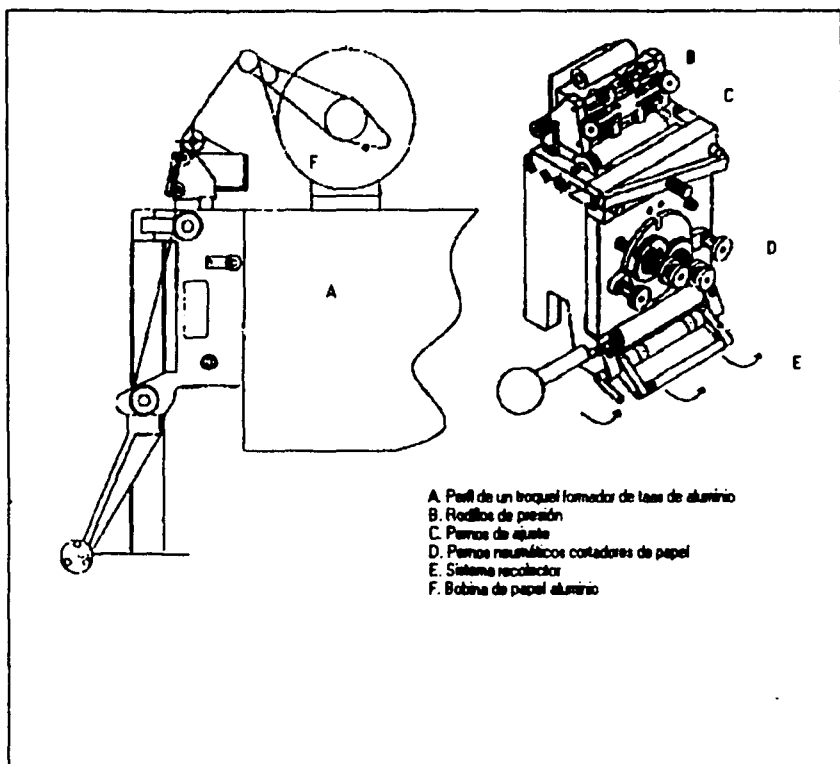


Figura 10. Imagen de un troquel formador y dosificador de tapas de aluminio. Un sistema neumático corta el papel aluminio y lo dosifica en forma de tapa. (fuente propia, 2001)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



- A. Perfil de un troquel formador de tapan de aluminio
- B. Rodillos de presión
- C. Pernos de ajuste
- D. Pernos neumáticos cortadores de papel
- E. Sistema recolector
- F. Bobina de papel aluminio

Fig. 11 Esquema de un troquel formador de tapas de aluminio. (Young W., 1983).

- **Termosellado.**

Una vez que es aplicada la tapa al envase, pasa por una plancha caliente ajustada al tamaño del envase cuyo propósito es sellar herméticamente en un rango de temperatura la tapa de aluminio con el envase, (ver fig. 12).



Figura 12. Imagen de una plancha de sellado, donde se puede apreciar que el foil suministrado al envase es sellado por un sistema de planchas a una temperatura y presión constantes. (fuente propia, 2001).

Las resistencias eléctricas en la plancha son las responsables de poder elevar la temperatura, el calor necesario para la fusión se transmite a través del material de envasado hasta las capas termoplásticas de la interfase. El tiempo preciso para que se efectúe depende de la elevación de las temperaturas que se precisa en la capa interna, del coeficiente de conductividad térmica del material de envasado (*Heiss R., 1977*).

Se recomienda controlar constantemente la temperatura y, si ello no es posible deben efectuarse, por lo menos, controles periódicos, también procurarse que la temperatura sea homogénea en toda la superficie de cierre, esto es posible controlar por medio de un pirómetro manual donde controlamos la temperatura necesaria para sellar el envase.

Un nivel de altura permite el movimiento de la plancha para aumentar o disminuir la presión, necesaria para la mayor parte del sistema de soldadura con el objeto de conseguir un buen contacto entre las láminas que se van a unir por fusión. No deben excederse las presiones, ya que pueden dañar el material de envasado y debe de ser la misma en toda el área de sellado

Las fugas más difíciles de controlar son los producidos por arrugas especialmente en envases plásticos porque se presentan microfugas difíciles de apreciar

Esta presión tiene como propósito fundamental aumentar el contacto de la plancha caliente entre tapa de aluminio-envase, éste es un punto crítico del proceso ya que una plancha desnivelada, una temperatura que no sea uniforme en el cuerpo de la plancha, un mal ajuste en la presión, un tiempo

residencia excesivo puede provocarnos fugas y pérdidas importantes de material.

- e) Ya que ha salido el envase del termosellado, se verifica la calidad del sellado mediante inspección manual despegando la tapa de aluminio del envase, observando el índice de pelabilidad. *El índice de pelabilidad es aquel parámetro que me indica la facilidad para desprender la tapa de aluminio del envase y se realiza con el propósito de asegurar la calidad del sellado.* Posteriormente los envases se lavan, secan, etiquetan, empaican y se almacenan a temperatura ambiente.

3.3.1. Determinaciones físicas y sensoriales.

Dentro de la industria alimentaria es muy importante llevar a cabo un control del producto en proceso mediante determinaciones representativas fáciles y rápidas, que nos den una idea de su calidad fisicoquímica y sensorial. Para el caso de bebidas se hacen las siguientes determinaciones:

- a) Grados Brix
- b) Porcentaje de acidez
- c) pH
- d) Sensoriales: sabor, color y olor

3.3.2. Pruebas de calidad a la materia prima.

Materia prima

Con la finalidad de obtener un sello más confiable, se realizan una serie de análisis indicativos de carácter físico a cada uno de los sistemas que integran el termosellado como la tapa de aluminio y el envase.

a) Envase. Para conocer las propiedades de los envases de polietileno alta densidad y poder garantizar un sellado íntegro se realizan los siguientes análisis: examen visual, dimensiones y formado, resistencia al impacto, pruebas de sello con foil de aluminio.

-Examen visual Se enfoca principalmente a observar los acabados externos, como envases mal acabados cuyas rebabas afectan el sellado, distribución del material, corona mal cortada, desfaseamiento del envase, agujeros, presencia de puntos negros y envase mal soplado en general. El origen de todos estos defectos puede ser debido a numerosos factores relativos a la máquinas sopladoras

La forma del envase deber ser bien definida, sin presentar deformaciones. Además es necesario comprobar que las uniones de las caras deben estar perfectamente soldadas, sin picos, sin surcos principalmente en la corona donde se lleva a cabo el *termosello*. Un buen envase garantiza la hermeticidad del sistema.

-Dimensiones. La finalidad con la que se determinan las dimensiones del envase son para comprobar que la altura es uniforme en los envases, una diferencia de alturas provoca un sellado ineficiente; diámetro de la corona , es primordial para que éstos entren fácilmente a las válvulas de llenado; espesor del cuerpo del envase, permite soportar la presión que se ejerce al momento del sellado.

-Resistencia al impacto. Consiste en realizar una prueba llenando con agua los envases y sellarlos. Posteriormente a una altura de 1 metro se dejan caer por gravedad. Un envase bien soldado de sus uniones resiste este impacto, dicha prueba simula una transportación brusca, estibamiento y manipulación del consumidor.

-Sellado Proporciona un parámetro a nivel laboratorio de cómo se comportará el envase en el sellado, para evitar fugas en el momento del envasado y definir los rangos de presión y temperatura que ese material soportará en la línea de proceso

b) Tapa de Aluminio De los análisis más importantes a considerar están: Ancho del papel laminado, porcentaje de aluminio y polietileno, y calidad de la impresión.

-Ancho y Calibre. Se determina ya que la bobina no debe tener problemas en el momento de estar en movimiento en el mecanismo de troquelado, ya que este foil se mueve dentro de una guía cuyas dimensiones son constantes.

-Porcentaje de Aluminio y polietileno. La cantidad de polietileno que existe en el papel de aluminio es fundamental y se realiza desprendiendo el polietileno del aluminio por la acción de la acetona durante 20 min. Se separa y pesa la muestra, la diferencia en pesos se obtiene con el fin de conocer el porcentaje de polietileno mínimo para que se efectúe el sellado y el porcentaje de aluminio que es el que finalmente hace la función de barrea.

-Impresión. En este punto se analizan los textos, leyendas y colores que son parte del diseño e imagen del producto

3.3.3. Pruebas de calidad al producto terminado.

Finalmente el sistema de termosellado es evaluado de diferentes formas para que pueda ser colocado para su venta y distribución, los análisis consisten en verificar los siguientes parámetros

a) *Índice de pelabilidad* Actualmente no existe un método mecánico que tenga valores específicos para determinar un máximo y un mínimo aceptable, la prueba es estrictamente manual y visual. consiste como ya lo hemos descrito anteriormente, de retirar lentamente la tapa de aluminio del envase, no debe por ninguna manera desprenderse fácilmente, se debe observar que el polietileno contenido en la tapa quede en la superficie del envase, es decir, en la corona donde selló primeramente. Tampoco debe dificultarse su apertura a tal grado de

destruir totalmente la tapa de aluminio ya que esto indica fallas en el proceso debido a problemas en la presión y temperatura.

b) *Presión*. La prueba se realiza aplicando presión con la ayuda de un dinamómetro en el cuerpo del envase, la presión que determina un sellado ideal comprende entre los 560-580 mmHg (Saroma S.A. de C.V., 2001). Al exceder la presión la tapa de aluminio se infla y se revienta o se despega de la corona.

Con éstas sencillas pruebas nos podemos dar cuenta de la calidad del sellado y son la pauta para decidir la aceptación o rechazo del producto.

A continuación se presenta en el Cuadro 7 y 8, el tipo de defecto y las posibles causas que originaron dicho defecto, además de algunas ventajas y desventajas por éste tipo de sellado

Cuadro 7. Algunas ventajas y desventajas del tapado por termosellado.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Resistencia al impacto	Difícil apertura
Gran fuerza de sello	Microfugas
Inviolabilidad	Envase no resellable
Irresellable	Envase no reutilizable para diferentes usos por falta de tapa
Económico	Tapa susceptible al daño mecánico
Resistente a altas temperaturas	Variabilidad operacional
Comunicación visual	Rasgado a la apertura

(Saroma S.A. de C.V., 2000)

Cuadro 7. Cuadro de defectos causados por un sellado deficiente.

DEFECTO	POSIBLE CAUSA
Fermentación	Microfugas por un exceso de temperatura y presión
Foil quemado	Exceso de temperatura y tiempo de residencia en la plancha de sellado
Foil arrugado	Temperaturas muy altas de sellado
Envases con falso sellado	Falta de presión y temperatura
Foil doblado y tapas mal formadas	Fallas en el troquelado en el sistema de formado de la tapa del foil, mala sincronización en las velocidades empleadas en el sistema
Fugas y Microfugas	Envase deforme como desfaseamiento, presencia de residuos plásticos, exceso de temperatura en el sistema Problemas con temperaturas en la plancha de calentamiento.
Tapas de difícil apertura	Excesiva presión y temperatura
Tapas de fácil apertura	Falla en la plancha por temperatura baja, presión insuficiente
Tapas con polietileno adherido	Falta de limpieza de la superficie de calentamiento

(fuente propia, 2000).

3.4. Alcances y perspectivas del termosellado.

El termosellado en la industria de bebidas , actualmente se encuentra en evolución; muchas empresas envasadoras han tomado éste sistema como un adecuada forma de tapar y sellar sus bebidas , debido entre muchas otras cosas, a que asegura una inviolabilidad, irresellabilidad y sobre todo para proteger al producto contra alteraciones al líquido interno, aunque éste último punto está en discusión ya que nadie asegura que no se pueda resellar el producto después de abrirse Sin embargo, es una forma segura de proteger la bebida por ofrecer un sello hermético.

Es necesario entonces, que el termosellado en bebidas en envases de polietileno alta densidad, vaya sufriendo cambios importantes para que sea de fácil apertura, que se encuentre la forma de facilitar su destapado; muchas marcas en la actualidad tienen en su liner una pestaña que al jalar abre el sistema, pero éste es aún poco efectivo, ya que ni aun así, se pueden encontrar envases donde la tapa de aluminio no se destruya

Otro problema surge cuando tenemos un sellado deficiente, debido a maquinaria obsoleta, envases deformes, que provocan demasiados paros en línea por malos ajustes, etc. problemas como estos solo llevan consigo pérdidas de materiales, producto y envase

Para ello se necesita un estudio adecuado en la maquinaria y materia prima que se utilice, con la finalidad de que el proceso pueda ser controlable y rentable, que ofrezca la garantía de un termosellado 100% hermético.

Ante ésta situación, los industriales envasadores de bebidas tienen en el mercado actual tapas roscadas con liner interno, que son en su mayoría de fácil remoción ya que cumplen con dos características importantes, tecnología y accesibilidad al interior, además de un doble tapado lo que da mayor seguridad al producto y al consumidor que finalmente podrá destinar a otro uso el envase. En ambos casos el liner lo que busca es compensar las tolerancias o pérdidas de precisión entre las superficies de contacto de la tapa y del envase.

Para éste sistema de termosellado se están desarrollando tapas que disminuyen el riesgo de cortarse los dedos. Un abre fácil con arillo o lengüeta, es plegado para que el consumidor pueda fácilmente tomarlo y abrirlo. El proceso de producción se lleva a cabo por máquinas completamente automáticas que convierte las tapas lisas en tapas desprendibles, garantizando que todas las tapas sean colocadas y cortadas con precisión milimétrica, troquelado y termosellado de la membrana en un solo movimiento, grabado de la membrana de aluminio y enrollado de las orillas troqueladas para membranas parcial o totalmente desprendibles. El trabajo de sello es llevado a cabo por una bobina de aluminio, despachada del rollo, que es cortada concéntricamente y sellada sobre la apertura ya enrollada. Para sellar se aplica un alta presión con una temperatura definida para permitir el sellado en 3-4 segundos. (*Empaque Performance, 1996*)

La tapa puede ser hecha de aluminio standard de hojalata y el foil de aluminio, papel aluminizado o cualquier otra combinación especial. Materiales con lacas termoselladas ahora incluyen: papel aluminio, combinaciones de aluminio, papel laminado plástico y laminados papel-plástico.

Como se ve, existen diferentes tipos de materiales y componentes para hacer del liner un elemento de primerísima importancia. Para algunos cierres o tapones especiales existen combinaciones de los elementos anteriores enumerados, que deben ser evaluados en pruebas de laboratorio para determinar su conveniencia y así mismo determinar su rentabilidad, sobre todo tratándose de alimentos para el ser humano, logrando así poder preservarlos en su empaque para que lleguen con excelente calidad a su consumidor final.

El 18% del mercado de aluminio es enfocado a envases y embalaje y en los países desarrollados éste índice está arriba de un 50% con nuevas combinaciones y laminados, aumentando considerablemente sus aplicaciones y consumos. (Rodríguez, 1996)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Si se considera el principal objetivo del presente estudio, se ha resaltado la importancia que debe tener un buen sellado en las bebidas refrescantes y los riesgos que están presentes el no llevarlo a cabo adecuadamente; confirma que la importancia del termosellado como método para sellar sistemas de envasado es de suma importancia porque además de asegurar una inviolabilidad y resellabilidad difícil de alterar, es además una alternativa ideal porque no es un sistema complicado en cuanto a maquinaria, equipo y material.

2. En base a las condiciones de proceso y envasado se mostró la factibilidad técnica que tiene el proceso en la elaboración de bebidas refrescantes y los puntos más importantes que se deben considerar para lograr obtener un producto apto para su consumo

4. Se describió de manera detallada el sistema del actual tema en estudio, resaltando los puntos de control que son de mayor importancia para lograr un efectivo sistema de sellado que permita al producto alargar por más tiempo su vida de anaquel. Conociendo las variables aquí presentadas el lector o industrial interesado en el sellado de envases, conocerá con mayor profundidad este tipo de sistema en la elaboración de bebidas

Por lo anterior podemos decir que se cumplió con el primer objetivo , porque se presentó en este trabajo, la información teórica y práctica existente del termosellado en bebidas y los criterios prácticos para ofrecer un adecuado *termosello*.

Para el objetivo dos y tres se muestra detalladamente, el proceso de elaboración de una bebida y el sistema del *termosello* con tapa de aluminio; así como las condiciones de operación, control y prueba de envase/sello para evaluar su integridad como sistema en general.

Por el lado de investigaciones posteriores a este tema, en la evaluación del sistema de *termosellado* se propone como alternativa las siguientes recomendaciones:

- Debido a que actualmente no se cuenta con un parámetro que indique el punto exacto o ideal para definir cual es el sellado óptimo; según expertos en el área es crear un estudio basado en obtener mediante gráficos fuerza de sellado o índice de pelabilidad contra tiempo, presión y temperatura, para encontrar un rango preciso de *termosello*
- Actualmente hay productos que son fáciles de abrir, otros donde el sistema es demasiado hermético, etc., nos damos cuenta que no hay un punto de concordancia entre unos y otros; se propone entonces como alternativa

encontrar una resina que permita un cierre hermético pero a la vez que facilite la separación de la tapa de aluminio y envase.

- Efectuar un análisis socio-económico con el objeto de comprobar las ventajas que ofrece ésta forma de tapado, sobre las demás técnicas existentes de cierre o sellado, costos, proceso, transporte y almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alan H. Varnan, (1994). Bebidas, tecnología química y microbiológica. 1ª ed. Acribia, España.
2. Bebidas , consumo y tecnología (1998). Boletín Informativo. Asociación Mexicana de Envase y Embalaje Año 5, Septiembre/ Octubre No 24. México.
3. Anónimo. Boletín informativo (1999). Cuidado, un mal termosellado puede llevarlo a perder grandes sumas de envase y producto. Asociación Mexicana de Envase y Embalaje. Enero/Febrero, año 6 , No 32. México.
4. Anónimo, (1996). Termosellables Desprendibles. Nueva tecnología de tapas para latas. Empaque Performance Año 6, No. 61 México
4. Apuntes monográficos (2000) El sabor del agua Revista Bebidas Mexicanas. Vol. 9 No. 5, Nov., México
5. Ashurst R., (1995) Producción y envasado de zumos y bebidas sin gas, ad. Acribia, España.
6. Báez C. (2001). Envases plásticos, propiedades y comportamientos. Revista envase y embalaje Enero, año 2, No 1 México D F.
7. Barragán Rubén Manual práctico para la industria
8. Brody, L.A. , (1973). Updates a Aseptic Packaging. Food Enginnering, U.S.A.

9. Bureau, G. (1996). Food Packaging Technology. US. Ed VCH Publisshers. Volumen 2.
10. Cedillo J. (2000). Diplomado en Ingeniería y Diseño de Envase y Embalaje. packing editorial. México.
11. Dagda E. (2001). Sistema de llenado para Alimentos. Apuntes del Seminario Envase y Embalaje de Alimentos. F.E.S.C. México.
12. Desrossier, N.W. (1979). Conservación de alimentos. New York, USA.
13. Empresa: Saroma S.A de C.V. (2001), Tultitlán, México.
14. Escobar M. (1999). Tapas botellas y frascos. Empaque Performance. Año 10, No. 125. México.
15. Frazier, W.C. (1976) Microbiología de los alimentos. ed. Acribia, Zaragoza, España.
16. García Moreno J. (1997) Tesis profesional. Envases para el manejo de alimentos Refrigerados y Congelados. UNAM.
17. Heiss R. (1977). Principio de envasado de los alimentos. ed. Acribia España
18. Instituto Mexicano del Plástico Industrial, S C.(1997), Enciclopedia del plástico. México
19. Lyn, D.B. (1979). Effect comercial processing on nutriments. Food Technology 33-(2)
20. Mathlouthi M. (1994). Food Packing and Preservation. Chapman hall, Great Britain
21. Morton-Jones. (2000). Procesamiento de Plásticos. Limusa, México.

22. Ríos R. (1986). Evaluación del envasado aséptico del Jugo de Piña Concentrado. Tesis UNAM.
23. Rodríguez José, (1996). Empaques o liners. Empaque Performance . Año 5, No. 53, México.
24. Roman J. (2001). Pruebas de fugas. Empaque Performance. Año 3, no. 115, México.
25. Young, W.E. (1983). Heat Sealing. Methods and equipment. Modern packing encyclopedia. U.S.A.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**