

10529
25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

U. N. A. M.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



Escuela de Posgrado de Ingenieros Profesionales

"ENVASE Y EMBALAJE DE ALIMENTOS: PREFACTIBILIDAD
TÉCNICA DE UN ENVASE DE PLÁSTICO RÍGIDO PARA
ENVASAR ATÚN EN ACEITE"

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
GEORGINA VALERO VELARDE

ASESOR: DR. JOSE LUIS RUIZ GUZMÁN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2002

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
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:

Envasé y embalaje de alimentos: Prefactibilidad técnica de un
envase de plástico rígido para envasar atún en aceite.

que presenta la pasante: Georgina Valero Velarde
con número de cuenta 9656641-5 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 Izcalli, Méx. a 13 de Diciembre de 2001

MODULO

PROFESOR

FIRMA

3

Dr. José Luis Ruiz Guzmán

3

L. C. G. Héctor Miranda Martinelli

2

L. A. Alfredo Alvarez Cardenas

0

Dedicatoria y agradecimientos

Dedico esta pequeña revisión documental a la persona que me inspiró para poder llegar a concluirla y así terminar mi carrera profesional:

Donde quiera que te encuentres siempre estarás presente en mi vida, ya que nunca olvidaré que tus deseos de vivir y de superación te permitieron alcanzar todas tus metas.

Gracias a mis padres por el apoyo que en todo momento me han brindado para poder salir adelante.

Gracias a la pequeña estrellita que me ilumina y me da fuerzas día a día siendo el motorcito que me impulsa a crecer.

Aunque nuestra filosofía de vida sea totalmente distinta, quiero que sepas que me enorgullecen todos tus logros y ahora comparto contigo uno de los míos, te quiero mucho hermanito.

Asimismo, quiero agradecer a todas las personas que me han ayudado a desarrollarme tanto personal como profesionalmente, especialmente a Jorge Ugalde, José F. Becerril, Carlos Osornio, Vanessa Almanza, Roberto Toriz y Miguel García; a los profesores Fernando Maya, Leticia Figueroa y al profesor José Luis Ruiz Guzmán por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

Resumen	3
Introducción	4
Definición del Problema	
Justificación	6
Objetivo General	
Objetivos Particulares	7
Hipótesis	8
Método	9

CAPITULO I ANTECEDENTES

1.1 Características del producto	
1.1.1 Definición del atún envasado	13
1.1.2 Características estructurales generales del músculo de los pescados de aleta	15
1.1.3 Composición química del atún de aleta amarilla	15
1.2 Principales vías de deterioro del atún	
1.2.1 Oxidación de lípidos	16
1.2.2 Proteínas	18
1.3 Proceso de elaboración y envasado del atún	19
1.4 Descripción del proceso	20

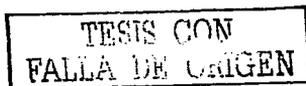
CAPITULO II CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL ENVASE DE HOJALATA CONVENCIONAL

2.1 Materiales empleados para la formación de el envase de hojalata	23
2.2 Fabricación de el envase de hojalata	25
2.3 Propiedades del envase de hojalata para envasar atún	27

CAPITULO III MATERIALES A UTILIZAR PARA LA FORMACIÓN DE UN ENVASE DE PLÁSTICO RÍGIDO PARA ENVASAR ATÚN

3.1 Barreras con las que debe contar el envase	30
3.2 Alternativas de materiales plásticos para la formación del envase	31
3.3 Fabricación del envase de plástico rígido	
3.3.1 Coextruido para la obtención del laminado	37
3.3.2 Proceso de termoformado para la formación del envase	38
3.4 Propiedades del envase de plástico rígido para envasar atún	39

CAPITULO IV RESULTADOS



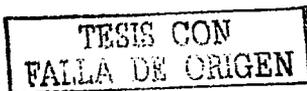
4.1 Comparación técnica entre el envase metálico y el envase de plástico rígido	42
4.2 Aspectos mas importantes dentro de la comparación técnica.....	44
Conclusiones	47
Bibliografía	49

Índice de Cuadros

Cuadro # 1 Composición porcentual del atún	15
Cuadro # 2 Propuestas de materiales a utilizar para la formación del envase de plástico rígido	31
Cuadro # 3 Permeabilidades de las combinaciones de polímeros propuestos.....	36
Cuadro # 4 Cuadro comparativo envase metálico-envase de plástico rígido.....	42

Índice de Figuras

Figura # 1 Método	10
Figura # 2 Proceso de elaboración y envasado del atún.....	19
Figura # 3 Composición estructural de la hojalata.....	24
Figura # 4 Troquelado	26
Figura # 5 Fabricación de la tapa de la hojalata.....	27
Figura # 6 Proceso integrado de formación (termoformado), llenado y cerrado de Envases	39
Figura # 7 Envase propuesto	41



RESUMEN

El presente trabajo aborda un estudio de caso de sustitución del envase metálico convencional por un envase de plástico rígido para envasar atún en aceite, que permita asegurar la calidad y las características físicas del producto exigidas por el cliente. En función del análisis de viabilidad técnica del desempeño de ambos envases, llegando a la conclusión de que ambos envases poseen todas las propiedades que el atún en aceite demanda para poder ser conservado, aunque existen claras diferencias en la viabilidad del envase de plástico rígido para envasar atún, ya que es un envase innovador y que permite tener procesos integrados de envasado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

La intención del desarrollo del trabajo del seminario es con el propósito de contribuir al conocimiento interdisciplinario de la carrera de Ingeniería en Alimentos, a través del análisis y reflexión de problemas concretos y actuales de la industria de alimentos. En la primera parte de la exposición del trabajo se define claramente el problema relativo a la sustitución del envase metálico convencional por un envase de plástico rígido para envasar atún en aceite. En el capítulo I se analizan las características del producto, así como sus posibles vías de deterioro, para así determinar que características de barrera debe tener el envase que se quiere proponer. En el capítulo II se analizan las características del envase metálico convencional, materiales empleados, proceso de fabricación y propiedades con las que cuenta el envase de hojalata para envasar atún en aceite. Este estudio será útil como punto de partida y de comparación para poder proponer un envase de plástico rígido. El capítulo III es determinante ya que se determinan las barreras con las que debe contar el envase de plástico rígido para envasar atún en aceite. También se definen las posibles alternativas de combinaciones de diferentes materiales para la formación de envases de plástico rígido, y así, seleccionar el que presente la menor barrera al oxígeno y cuente con las mejores propiedades de resistencia, hermeticidad e integridad química. En la última parte del trabajo se lleva a cabo la comparación técnica entre el envase

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

metálico convencional y el envase de plástico rígido propuesto para recomendar la viabilidad de la sustitución del envase.

TESIS CON
VALIA DE ORIGEN

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas enlatadoras de atún se encuentran en la búsqueda de envases de plástico rígido que puedan sustituir a la hojalata generando procesos integrados de envasado.

JUSTIFICACIÓN

En la propuesta de investigación en la búsqueda de alternativas de sustitución de envases de hojalata para envasar atún en aceite, se generarán beneficios amplios, tanto para el incrementar la fuente de información de estudios de caso disponibles a los docentes de la carrera de Ingeniería en alimentos, como el encontrar una solución concreta y satisfactoria del problema de la empresa de la industria pesquera ya que le permitirá mejorar su integración.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO GENERAL

Realizar una investigación documental para evaluar la prefactibilidad técnica de un envase de plástico rígido para envasar atún, tomando como referencia el envase metálico convencional.

Objetivo Particular 1

Identificar las posibles vías de deterioro del atún en base a su composición, para determinar las características de barrera que deben tener los materiales plásticos a usar para el envasado de atún en aceite.

Objetivo Particular 2

Analizar las características y cualidades principales del envase metálico convencional.

Objetivo Particular 3

Analizar las características de los materiales plásticos para la formación de envases rígidos para envasar atún en aceite.

Objetivo Particular 4

Llevar a cabo la comparación técnica entre el envase de plástico rígido propuesto y el envase de hojalata convencional.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

HIPÓTESIS

Encontrar una propuesta técnica viable de sustitución del envase de hojalata convencional para atún en aceite, que cumpla con las características básicas para la conservación del mismo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

METODOLOGIA

En función de los recursos disponibles del "Seminario de Titulación de Envase y Embalaje", se utilizará el método analítico – sintético para desarrollar la propuesta del trabajo, como se indica en la figura No. 1.

En el área analítica se realizaron actividades de revisión documental concerniente a:

- Características del producto
- Principales vías de deterioro del atún en aceite
- Proceso de elaboración del atún
- Materiales empleados para la formación del envase de hojalata
- Fabricación del envase de hojalata
- Propiedades del envase de hojalata para envasar atún
- Barreras con las que debe contar el envase
- Alternativas de materiales plásticos para la formación del envase
- Fabricación del envase de plástico rígido
- Propiedades del envase de plástico rígido para envasar atún en aceite

En el área de síntesis se llevo acabo el análisis critico y la reflexión referente a:

- Las características y cualidades con las que cuenta el envase metálico como un punto de partida para identificar que características y propiedades debe cumplir el envase de plástico rígido para poder conservar el atún en aceite.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Proponer diferentes materiales para la formación de envases de plástico rígido de acuerdo a las características con las que cuenta cada uno de ellos incluyendo la resistencia térmica, eligiendo la mejor combinación para conservar el atún en aceite.

Al final de éste proceso se generó la reflexión del proceso de investigación documental realizada, con la intención de proponer un envase sustituto del envase convencional de atún.

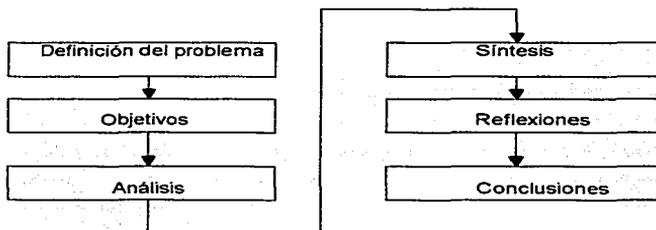


Figura No. 1
Metodología del trabajo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I ANTECEDENTES

En la economía actual, la industria de los alimentos se encuentra ante un portal de oportunidades y retos en donde la creciente oferta de productos inunda al consumidor con un sin fin de alternativas que se ajusten a sus necesidades tanto **económicas**, es decir que el producto esté disponible y sobre todo que sea accesible para el consumidor, como **socio-culturales**, ya que la adquisición y uso de ciertos productos dan forma a un estilo de vida superior al grueso de la población, o simplemente ofrecen al consumidor conceptos de practicidad, conveniencia, salud, calidad, frescura etc. Pero como elegir entre un producto y otro?; no olvidemos el dicho que menciona "de la vista nace el amor" y los estudios que demuestran que la elección entre un producto y otro similar estará determinado muchas veces, por lo que el envase logre transmitir al consumidor.

Para lograr que el producto cumpla con el objetivo para el cual fue creado, es decir, cautivar al consumidor mediante un envase ya sea innovador ó simplemente atractivo creando un vínculo entre producto-consumidor y con esto obtener una retribución económica ; es necesario cuando se pretende lanzar un producto similar en un envase diferente al tradicional, llevar a cabo un análisis de las cualidades ó limitaciones con las que contará el futuro competidor en el anaquel.

Para el caso particular de este trabajo, en el cual se pretende analizar las

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

oportunidades que tendría el envasado de atún en un envase plástico, rompiendo con la trayectoria del producto tradicional cuya presencia está perfectamente identificada en los anaqueles en un envase metálico, se llevará a cabo una comparación entre ambos materiales, haciendo énfasis en sus cualidades y limitaciones alrededor de factores relevantes que repercutirán directamente en la toma de decisión del lanzamiento.

Cabe mencionar que el presente análisis es llevado a cabo como punto de partida para investigaciones futuras, en donde la profundidad de los puntos podrá aumentar el criterio de toma de decisión para la aplicación de atún en envases plásticos.

El presente trabajo tiene la finalidad de llevar a cabo la prefactibilidad técnica para la utilización de un envase de plástico rígido para envasar atún.

Ya que en la actualidad los plásticos han venido sustituyendo a los envases convencionales, debido a ciertas ventajas, como practicidad, mejor diseño y principalmente un menor costo, además de conservar y mantener al producto en buenas condiciones. Siendo todo esto un factor importante que influye en la decisión del consumidor para realizar la compra.

Para llevar a cabo esta prefactibilidad, es necesario realizar una comparación técnica entre el envase propuesto y el envase metálico, siendo este el que actualmente se encuentra en el mercado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La comparación técnica se basa en el estudio de las características primordiales de cada envase.

1.1 Características del producto

El atún cuenta con características propias importantes de mencionar, ya que lo primordial es conocer el alimento antes de elegir un envase para el mismo.

El atún es un pez acantopterigio; es decir que posee aletas espinosas, de dos o tres metros de largo y es propio del mediterráneo. Su carne es muy apreciada para el consumo, ya que es una de las fuentes más ricas en proteínas a un bajo costo. (Conservas, 1995)

1.1.1 Definición de atún envasado

Se entiende por atún y pescados similares en aceite al producto alimenticio elaborado a partir del tejido muscular estriado compacto, en trozos y en hojuelas, sanos y limpios, comestibles ya sean frescos o frescos congelados; libre de piel, escamas, coágulos de sangre, agallas, espinas, vísceras y músculo medio superficial (obscurecido por la sangre retenida).

Con medio de cobertura aceite vegetal comestible, adicionado o no de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ingredientes opcionales y aditivos permitidos; envasado en recipientes herméticamente cerrados y esterilizados térmicamente para asegurar su conservación.

Se entiende por compacto la parte de la lonja que puede identificarse por el tejido muscular que la forma. Trozo es una porción de la carne que puede identificarse por conservar la estructura del músculo. Hojuela es una porción de la carne definida que conserva la estructura del tejido muscular que lo origina. (NMX-F-220, 1982)

Se utilizan los siguientes géneros:

- *Thunnus spp* (aleta amarilla)
- *Parathunnus spp*
- *Neothunnus spp*
- *Euthynnus spp* (bonito)
- *Sarda spp*
- *Auxis spp*
- *Seriola dorsalis*

El género más utilizado en México es el *Thunnus albacares* conocido también como atún de aleta amarilla o "Yellow fin tuna", se caracteriza por las aletas anal y pectoral relativamente largas y de color rojo amarillento. (Conservas, 1995)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.2 Características estructurales generales del músculo de los pescados de aleta:

Hay dos tipos de músculos en los pescados vertebrados. El principal, el gran músculo lateral, forma la mayor parte comestible de casi todos estos pescados. Los músculos están formados por fibras musculares y tejido conectivo. Las fibras musculares que están definidas por un sarcolema están formadas por actina, miosina y tropomiosina. Estas dos primeras siendo proteínas estructurales, constituyen aproximadamente las dos terceras partes de la proteína total del músculo de pescado. (Charley, 1987)

1.1.3 La composición química del atún de aleta amarilla es la siguiente:

Cuadro # 1: Composición Porcentual

	Agua	Proteínas	Grasa
ATÚN	73.0	21.5	1.5

(Footitt, 1995)

Como se observa, el atún esta compuesto principalmente por proteína y agua, lo cual lo hace un alimento altamente perecedero, además de que al ser procesado para consumirse enlatado es importante utilizar un líquido de cobertura que le permitirá mantenerse en mejores condiciones como aceite vegetal comestible (mezclas de aceites de cártamo y girasol).

Por lo tanto la composición química del atún será diferente, ya que aumenta el contenido de grasa, siendo esta una vía de deterioro directa del atún.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2 Principales vías de deterioro del atún

1.2.1 Oxidación de lípidos

La oxidación es la reacción del oxígeno molecular por un mecanismo de radical libre con hidrocarburos y otros componentes. La reacción de radicales libres con oxígeno es extremadamente rápida.

Los lípidos que contienen múltiples dobles ligaduras son ácidos grasos polinsaturados y fosfolípidos son principalmente susceptibles a la oxidación.

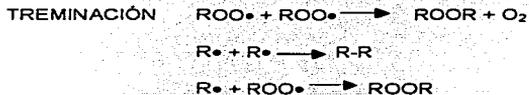
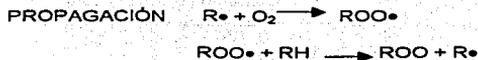
El papel crítico que la oxidación juega en el desarrollo de sabores y aromas indeseables en los alimentos está documentado y es una causa mayor de deterioro en los alimentos.

El mecanismo de oxidación de los lípidos está caracterizada por cuatro pasos:

- Iniciación: da lugar a la pérdida de un radical de hidrógeno debido a calor, luz o rastros de metales.
- Propagación: el radical libre del lípido reacciona con oxígeno para formar radicales libres de peróxido, que cambiando de posición reacciona con más moléculas de lípidos para formar peróxido de hidrógeno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Ramificación: hay un incremento geométrico en los radicales libres a partir de la descomposición de peróxido de hidrógeno.
- La terminación implica la eliminación de radicales libres por adición de dos radicales o transferencia de un radical a un componente para formar un radical estable.



En sí la terminación ocurre a través de la recombinación de radicales para producir productos relativamente reactivos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se observa anteriormente se puede decir que el desarrollo de sabores y olores desagradables (debido a una rancidez oxidativa) en los alimentos muchas veces son producto de una lipoxidación. Quizás también reaccionando con otros constituyentes del alimento como las proteínas, resultando un enlazamiento proteína-lípido.

Los factores que influyen en la velocidad y curso de la oxidación son la luz, la concentración de oxígeno en el medio, temperaturas altas y actividad de agua. El control de estos factores puede significar la reducción de la lipoxidación en algunos alimentos. (Gordon, 1993)

1.2.2 Proteínas

El valor nutritivo y algunas veces la composición de las proteínas pueden ser modificadas por calentamiento y oxidación. La oxidación de proteínas resulta de la formación de productos degradados.

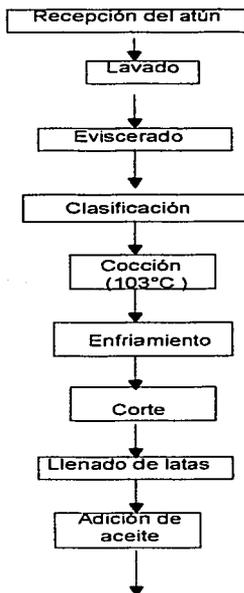
Las proteínas pueden también reaccionar con lípidos para formar compuestos complejos que pueden afectar la textura del alimento y tamaño, así como su valor nutritivo. (Gordon, 1993)

Los lípidos pueden interaccionar de diferente manera con las proteínas básicamente a través de los puentes hidrófobos o iónicos. Las lipoproteínas tienen

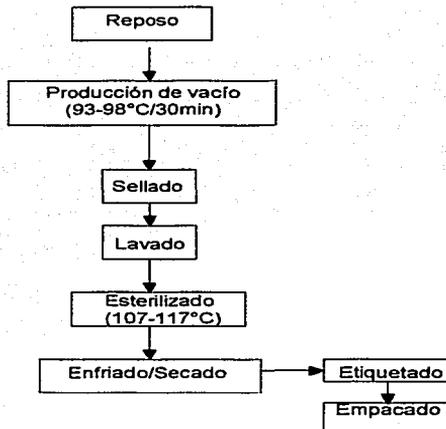
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

mucha importancia biológica ya que se encuentran como estructuras básicas en las membranas de las células vegetales y animales y sus modificaciones ejercen efectos muy notorios en la calidad de los alimentos. (Badri, 1984)

1.3 Proceso de elaboración y envasado del atún



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



(Madrid, 1994)
Figura No. 2

1.4 Descripción del proceso

El atún se captura y se conserva congelado ($-20/-25^{\circ}\text{C}$) en el barco, de forma que para su procesamiento en tierra es necesario proceder a su lavado y descongelación. Una vez lavado el pescado se procede a la evisceración en máquinas automáticas. Los atunes demasiado grandes (30-40 Kg) se evisceran a mano y se inspecciona su estado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la etapa siguiente se procede a la clasificación de los atunes por tamaños en máquinas automáticas, a continuación se conduce el pescado a cámaras de cocción donde se calienta por vapor a 103°C hasta alcanzar en la espina dorsal de las piezas una temperatura superior a 71°C. Este proceso de calentamiento puede durar de 30 minutos a más de 7 horas, dependiendo el tamaño de los atunes, capacidad de la cámara, temperatura de entrada del pescado, etc. El pescado sufre una serie de transformaciones típicas del calentamiento tales como pérdida de humedad (20-25%), coagulación de proteínas etc.

Para el procesado posterior es necesario enfriar el pescado y cortar las cabezas, colas, aletas, etc., así como quitar la piel y proceder a la separación en dos mitades. Después se hace otra división hasta tener cuatro lomos. Con objeto de obtener un producto de calidad uniforme se procede también a la separación de carne oscura o sanguinolenta, hasta obtener lomos limpios. A continuación se procede al llenado de las latas en máquinas envasadoras de atún de tipo sólido (trozos enteros) o de atún en migas. Se añade el aceite. Para evitar que los gases que se encuentran en la lata oxiden el producto y produzcan presiones que puedan deformar la lata durante su esterilización, se debe proceder a su eliminación. Para ello se calientan las latas y se dejan así unos minutos. Las latas llenas y aún calientes pasan a una cerradora donde se aplica la tapa superior y se procede al cierre hermético. El cierre se puede hacer a vacío bajo presión de vapor entre 93-98° C / 30 min.

TESIS CON
FALLA DE CRIGEN

Las latas cerradas se lavan con agua caliente para eliminar el aceite y demás restos. Se introducen en autoclaves o sistemas continuos de esterilización donde se calientan a temperaturas del orden de 118-121°C durante 30 minutos para conseguir la destrucción de todos los microorganismos y la inactivación de las enzimas. Se descargan las latas y se procede a su enfriamiento, lavado y secado. Por último se etiquetan y se introducen en cajas de cartón quedando listas para su distribución y venta. (Madrid, 1994)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO II CARACTERÍSTICAS DEL ENVASE DE HOJALATA

Para dar comienzo a este estudio recordaremos las funciones principales que debe cubrir un envase para posteriormente conocer y analizar las características de los materiales en cuestión y finalmente proceder a su comparación.

Como es de conocimiento general el envase forma parte fundamental en la vida de un producto, cubriendo funciones como contenedor del producto, brinda protección al producto durante su distribución y venta, conserva el producto en óptimas condiciones durante un lapso determinado de tiempo, informa las características del producto y transmite emociones que inciten a su compra.

2.1 Materiales empleados para la formación del envase de hojalata para envasar atún

Los materiales básicos empleados en la elaboración de envases de hojalata son:

- La hojalata, que se produce por electrodeposición del estaño sobre el acero, a partir de soluciones acuosas de alguna sal de estaño (hojalata electrolítica). El estaño electrolítico permite un mejor control del recubrimiento de estaño, al tiempo que posibilita la obtención de la hojalata con distinto recubrimiento en cada cara.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para estabilizar la superficie de estaño, la hojalata se somete a un tratamiento de pasivación por medio del cual se deposita sobre la superficie de estaño, una capa constituida por óxidos de estaño y cromo.

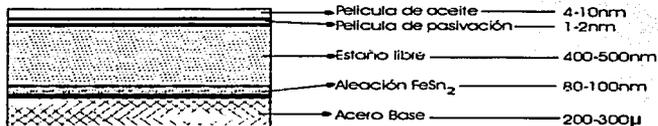


Figura No. 3

Composición estructural de la hojalata (Beese, 1974)

- Barnices; se utilizan para mejorar la resistencia de la hojalata a la corrosión y así evitar la interacción química entre el alimento, en este caso atún, y el envase, ya que estas reacciones afectan desfavorablemente la calidad del alimento envasado.

Los recubrimientos empleados deben presentar ciertas características como atoxicidad, ya que no deben afectar ni el olor ni el sabor del atún enlatado; su aplicación debe ser fácil y deben ser resistentes para evitar que se desprendan durante los procesos de esterilización y durante el almacenamiento, de la misma manera deben comportarse como una barrera efectiva entre el alimento y el envase.

Para el caso de atún se utilizan resinas fenólicas, epóxicas o una mezcla de ambas epoxifenólicas estas resinas no se ablandan con las grasas y aceites de origen animal o vegetal y se caracterizan por la retención del color durante los procesos de fabricación. Estas van combinadas con lacas vinílicas que son muy resistentes a la corrosión, su estabilidad térmica es muy buena y no comunican olores ni sabores particulares.

- Goma ó compuesto de cierre, asegura la unión hermética entre el cuerpo y la tapa del envase. (Rodríguez, 1997)

2.2 Fabricación del envase de hojalata para envasar atún

El envase convencional para alimentos está constituido por dos tipos de vientos.

La primera es por el ensamble de tres piezas que constan por el cuerpo y dos tapas en donde el fabricante lleva a cabo el engargolado de una de las tapas y la otra es entregada al envasador del producto para ser colocada después por medio de una cerradora adecuada, una ves lleno el envase.

El segundo grupo lo comprenden los envases conocidos como envases de dos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

piezas ya que como su nombre lo indica se tiene un cuerpo que es troquelado y una sola tapa.

La fabricación del cuerpo y las tapas se realiza separadamente, en operaciones altamente mecanizadas; las máquinas automáticas actuales alcanzan una producción que oscila entre 700-800 envases por minuto. En esencia, la fabricación de los envases consta de las siguientes operaciones:

- Fabricación de las tapas, implica el corte de la chapa, estampación de la tapa con formación de los anillos de expansión, rebordeado y moleteado, depósito del compuesto del cierre y secado.
- Fabricación del cuerpo, para el caso de dos piezas, el proceso de manufactura de este tipo de envases parte de un disco troquelado, el cual es embutido en un molde con la forma del envase, este proceso es realizado en varias etapas.



Figura No. 4

Troquelado (Rodríguez, 1997)

- **Estabilidad térmica;** permite someter al envase a diferentes procesos como esterilización, variando la temperatura drásticamente sin perder ni modificar su estructura, además de que retienen su resistencia

característica a pesar de la amplia variedad de condiciones climáticas existentes.

- **Barrera perfecta;** si los cierres están bien elaborados, los envases protegerán al atún de la contaminación del ambiente exterior, asegurando la estabilidad del producto.
- **Calidad magnética;** como su principal componente es el hierro son susceptibles a los campos magnéticos, efecto importante si se tiene en cuenta la posibilidad de separar los envases desechados de las demás basuras.
- **Integridad química;** esta integridad se refiere a la mínima interacción química, entre estos envases y el atún, conservándose, por lo tanto el color, aroma, la textura y demás características del producto.
- **Versatilidad;** Pueden obtenerse envases en una gran variedad de formas y tamaños, además elaborarse, llenarse y cerrarse a altas velocidades.

TESIS CON
VALOR DE ORIGEN

- **Imprentabilidad;** pueden imprimirse con diseño litográficos de gran calidad, recubrirse con lacas para su protección, efectuarse estas operaciones a gran velocidad.
- **Accesibilidad,** se refiere a la gran diversidad de tamaños de línea ó genéricos con los que se cuenta en el mercado; lo que lleva a contar con volúmenes de compra muy diversos a un precio relativamente bajo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPITULO III

MATERIALES A UTILIZAR PARA LA FORMACIÓN DE UN ENVASE DE PLÁSTICO RÍGIDO PARA ENVASAR ATÚN

Los polímeros sintéticos han alcanzado una importancia creciente para el envasado de los alimentos, desplazando de forma progresiva a otros materiales clásicos. La versatilidad de estos materiales ha determinado la aparición de envases muy diversos para alimentos tales como botellas, tarros, bandejas, bolsas, películas flexibles ó bien artículos auxiliares como son las válvulas aerosol, tapas y cápsulas de cierre y las películas extensibles.

Por otra parte, han introducido un cambio cualitativo en la industria alimentaría, al permitir el desarrollo de procesos de envasado integrados. En una secuencia de operaciones, que se realizan en instalaciones automatizadas, se fabrican los envases, se llenan con el alimento, y quedan cerrados quedando preparados para su distribución comercial.

3.1 Barreras con las que debe contar el envase

Para el caso particular del envase para atún, hay que considerar las vías de deterioro del atún, como ya antes se menciona, la principal vía de deterioro que

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

se tiene es la **grasa** que sirve como líquido de cobertura, por lo tanto es muy importante contar **con una barrera al O₂** y a la **transmisión de luz** principalmente para evitar oxidaciones y degradación de componentes, aunque no debemos descartar que el atún es un alimento altamente perecedero por su alto contenido de agua y proteína, por esta razón debe mantenerse en condiciones lo mas herméticas posibles, para evitar cualquier riesgo de contaminación o descomposición posterior al envasado.

3.2 Alternativas de combinaciones de materiales plásticos para la formación del envase

Cuadro # 2: Propuestas de combinaciones de materiales plásticos para la formación del envase de plástico rígido

PET-PVDC
PE-EVOH-PE
PP-EVOH-PP

- PET (Polietilen tereftalato)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El polietileno-tereftalato es un poliéster termoplástico resultado de la polimerización del éster tereftálico, formado al reaccionar ácido tereftálico y un glicol.

Es un material que tiene una buena barrera a gases y humedad, de gran resistencia al rasgado. Altamente transparente y brillante, no se fractura. Es utilizado principalmente en bebidas carbonatadas y agua purificada entre otras aplicaciones que no sean envasadas a temperaturas mayores a 60°C, ya que a esta temperatura el envase se deforma rápidamente. Cuando se requiere de llenado a temperaturas mayores se tiene la alternativa del PET cristalizado que permite un llenado de hasta 85°C.

- PVDC (Cloruro de Polivinilideno)

Es un copolímero hecho de cloruro de vinilo y cloruro de vinilideno. Se utiliza principalmente como recubrimiento de otros plásticos. Su característica más importante es la alta barrera al oxígeno, al vapor de agua y olores. Puede ser utilizada para la formación de envases a base de multicapas, también como recubrimiento de películas de PVC, para mejorar substancialmente su barrera al oxígeno, películas muy utilizadas para termoformado de Bliester Pack en farmacéuticos.

- PE (Polietileno)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Pertenece al grupo de los polímeros de las poliolefinas, provenientes de hidrocarburos simples. Existen tres tipos de polietileno que son el de alta densidad, baja densidad y el lineal. El que nos interesa ahora es el de alta ya que con este pueden fabricarse piezas sólidas y película, siendo un material rígido y traslucido con poco brillo y muy poca barrera a gases. (Rodríguez, 1997)

- PP (Polipropileno)

El polipropileno es un termoplástico que pertenece a la familia de las Poliolefinas se obtiene a través de la polimerización del propileno.

La materia prima para la polimerización del Polipropileno es el propileno, que se obtiene a partir de la refinación del petróleo o gas natural. El propileno junto con el etileno son las materias primas mas baratas en la producción de polímeros, se parte de ellos para crear toda una variedad de monómeros combinados.

Confiere excelentes propiedades mecánicas, gran resistencia térmica, e inercia química ante grasas y disolventes orgánicos comunes, es poco permeable al oxígeno, vapor de agua y gases, siendo también fácilmente termoformables; haciendo de estas características un material cuya aplicación diversifica el uso en la industria de los alimentos. (IMPI, 1996)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- EVOH (Etilen Vinil Alcohol)

Combinando la procesabilidad de los polimeros de etileno con las propiedades de barrera obtenidas de los polimeros de vinil alcohol, el copolímero de EVOH ofrece no solamente una óptima procesabilidad, también barreras superiores a gases, olores, fragancias, solventes, etc.

Son estas características las que han permitido crear recipientes plásticos que contienen una capa de EVOH como barrera para remplazar a otros recipientes de vidrio o metal como empaques para alimentos.

Los copolímeros de EVOH se introdujeron en el Japón en los 70's y en E.U. en los 80's. Estas resinas de EVOH son copolímeros hidrolizados de acetato de vinilo y etileno. La base de vinil alcohol tiene excepcionalmente altas propiedades de barrera a gases si es retenida entre otros materiales y significativamente se logra mejorar la resistencia a la humedad.

Generalmente conforme el contenido de etileno aumenta, las propiedades de barrera a gases disminuyen y el proceso de las resinas es más fácil.

La característica mas importante de las resinas de EVOH es su capacidad para proveer una barrera a gases. Su uso en una estructura de empaque aumenta su calidad de retención previniendo que el oxígeno penetre el empaque.

Debido a la presencia de grupos hidroxilo en la estructura molecular, las resinas de EVOH son hidrofílicas, así las propiedades de barrera a gases se ven alteradas; sin embargo mediante el uso de la tecnología de multicapas para encapsular una capa de resina de EVOH se usan resinas de alta barrera a la humedad tales como las poliolefinas, así el contenido de humedad de la capa de barrera puede ser controlada.

Las resinas de EVOH tienen una alta fuerza mecánica, elasticidad y dureza de superficie, alto brillo, excelente resistencia a la abrasión (desgaste), alta resistencia a las grasas y solventes orgánicos y provee una excelente barrera a los olores, cuando es usada como el núcleo de un material multicapas funciona de una manera excelente.

Las resinas de EVOH son las más estables térmicamente de todas las resinas de alta barrera. Esta estabilidad permite el reuso de residuos generados durante el proceso dentro de la producción del empaque.

Ahora muchos de los contenedores de plástico rígido se producen conteniendo arriba del 15% de EVOH. (Gordon, 1996)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro # 3: Permeabilidades de las combinaciones de polimeros propuestos

Materiales	Permeabilidad al O ₂ (ml/m ² /die/bar)	Permeabilidad al CO ₂ (ml/m ² /die/bar)	Permeabilidad al H ₂ O (ml/m ² /die/bar)
PET-PVDC	8	—	8
PE-EVOH-PE	1.6	4.2	1.5
PP-EVOH-PP	>0.65	>3.5	>5

(Tecnopack, 2001)

Ya que estudiamos de manera general los materiales propuestos, podemos ver que el EVOH requiere de una barrera a la humedad y el PP es el material mas adecuado para brindarle esta barrera.

Debido a que con la última combinación obtenemos la menor permeabilidad al oxígeno y una buena barrera al vapor de agua para proteger al EVOH, se propone una combinación de materiales plásticos la cual está integrada por 5 capas constituidas de la siguiente manera:

PP/adhesivo/EVOH/adhesivo/PP

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3 Fabricación del envase de plástico rígido

3.3.1 Coextruido

La formación del laminado del cual estará hecho el envase de plástico rígido se lleva a cabo por el proceso de Coextrucción.

La coextrucción consiste en formar un laminado en forma coextruida, es decir con varias capas de diferentes plásticos que unen sus características dando como resultado envases con una baja permeabilidad a los gases.

Al igual que cualquier otro producto coextruido, la producción de película o lamina con distintas capas de dos o mas materiales encuentra su principal diferencia con respecto a una línea de extrusión simple, en la construcción del cabezal o dado.

En el caso de película o lámina plana, se pueden distinguir tres formas distintas de producción de coextrucciones, dependiendo de la forma en que los flujos de los distintos materiales se encuentren para formar una sola estructura:

- Flujos separados dentro del cabezal y unión de materiales externa
- Flujos separados dentro del cabezal y unión en la salida
- Flujos completamente juntos dentro del cabezal

Siendo el mas utilizado el último ya que este tipo de coextrucción se puede realizar en cabezales convencionales, con la inclusión del adaptador que dosifica los diferentes materiales para la formación de una corriente.

La ventaja de este tipo de coextrucción, es que casi cualquier número de capas pueden incluirse para obtener láminas de aplicaciones muy especializadas todo esto con una complejidad relativamente menor a los métodos anteriores.

Los materiales que se someterán a este proceso de coextrucción son el PP, EVOH y algún adhesivo que permita la unión entre los materiales. (Rodríguez, 1997)

3.3.2 Proceso de Termoformado para la formación del envase

Se utiliza el laminado obtenido anteriormente y se procede de la siguiente manera:

El laminado es calentado hasta reblandecer, mientras que los moldes se encuentran bajo esta película de laminado y al pasar por cada molde debido a su reblandecimiento el material se amolda a la forma del envase además de que en el momento que la película pasa por el molde existe una succión desde el molde hacia abajo, de esta forma se obtiene este termoformado para envasar atún.

Hoy en día se utilizan sistemas integrados que permiten llevara cabo la formación del envase, el llenado y cerrado de envase.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para este envase se propone esta alternativa que nos permite automatizar e integrar mas el proceso del envasado del atún.

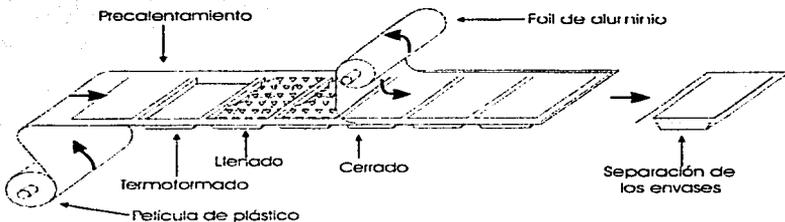


Figura No. 6

**Proceso integrado de formación,
llenado y cerrado de envases (Beese, 1974)**

Para cerrar el envase se propone un *foil* de aluminio el cual cuenta con un adhesivo termosellable, después tendrá una tapa del mismo material del envase propuesto.

3.4 Propiedades del envase de plástico rígido para envasar atún

De acuerdo al envase que se propuso podemos dar a conocer las propiedades que nos brindará el mismo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- **Ligereza;** Debido a su estructura el envase propuesto de plástico rígido representa generalmente un peso menor al de otros envases elaborados con otros materiales como hojalata y vidrio.
- **Almacenamiento;** el envase de plástico rígido con respecto al espacio de almacenamiento y facilidad de transportación supera a muchos otros envases debido a su forma y ligereza.
- **Resistencia;** esta característica permite que el envase sea manejable y se adapte fácilmente al envasado del atún resistiendo diversas presiones, vacío, y ciertas temperaturas soportando así el abuso en la manipulación del envase durante el llenado, sellado, transporte y distribución.

En la actualidad estos envases comienzan a utilizarse para envasar diversos productos como comidas preparadas, pastas frescas con o sin relleno, embutidos, carnes frescas, concentrados de tomate, etc.

Una de las características que no puede pasar desapercibida respecto a la resistencia del envase es que son aptos para su esterilización hasta 125°C.

- **Barrera;** respecto a las propiedades de barrera, este envase nos permitirá mantener el atún en aceite, sin que existan cambios en cuanto a reacciones químicas que pudieran darse como lo es la oxidación de lípidos, ya que esta conformado como anteriormente se

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

menciona de materiales que permiten tener una alta barrera al oxígeno, al vapor de agua, gases y aromas.

- **Integridad química;** esta integridad se refiere a la mínima interacción química, entre estos envases y el atún, conservándose, por lo tanto la textura, el color, aroma y demás características que este presenta .
- **Versatilidad;** Pueden obtenerse envases en una gran variedad de formas y tamaños, además elaborarse, llenarse y cerrarse a altas velocidades.
- **Imprintabilidad;** pueden imprimirse con diseño litográficos de gran calidad, recubrirse con lacas para su protección, efectuarse estas operaciones a gran velocidad.

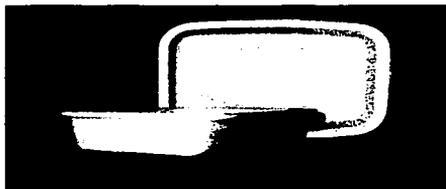


Figura No. 7

Envase propuesto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Comparación entre envase metálico – envase de plástico rígido

Cuadro # 4 Comparación entre envase metálico y envase de plástico rígido

	Envase de hojalata	Envase de PP/EVOH/PP	Observaciones
Resistencia	Se va reflejada en el abuso que se tiene en la manipulación de los envases durante el <i>llenado, sellado, transporte y distribución</i> , además de soportar altas temperaturas cuando el envase es sometido a esterilización conteniendo ya el alimento.	Esta característica permite que el envase pueda ser manejable, resistiendo sin mayor problema las operaciones que conlleven al envasado del atún desde el llenado hasta la esterilización del mismo ya que puede resistir hasta una temperatura de 125°C.	Debido a la estructura del envase de hojalata y a la del envase de plástico rígido es natural que existan diferencias en cuanto a la resistencia si el abuso en la manipulación del envase es excesiva.
Barrera	La barrera al O ₂ vapor de agua, gases, etc., es excelente, por lo tanto no se corre ningún riesgo de descomposición o degradación del alimento a excepción de que los cierres no estuviesen bien elaborados o exista algún desgastamiento o agujero en la lata.	La barrera al O ₂ nos la da el EVOH, la barrera a la humedad y otros gases esta dada por el polipropileno, de esta manera podemos asegurar la estabilidad del alimento. Aunque también hay que tomar en cuenta que el sello del foil de aluminio debe estar bien elaborado.	La barrera mas importante que debe tener nuestro envase para proteger a el atún es la barrera al O ₂ ya que podemos tener oxidación de lípidos. Ambos envases nos dan esta barrera sin mayor problema.
Integridad química	Puede existir alguna interacción entre el alimento y el envase de hojalata si no se cuida que los recubrimientos internos de la lata estén bien elaborados. De otra forma no existe ningún problema de interacción química.	En algunos procesos para la obtención de los materiales plásticos o para la formación de envases existen problemas de desprendimiento de monómeros residuales que generalmente pueden modificar las características del alimento, en este caso nuestro envase es	No existe mayor problema en el caso del envase de plástico rígido. Para el envase de hojalata hay que poner cuidado en el aspecto de los recubrimientos para evitar cualquier interacción química que se pueda dar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

		totalmente seguro ya que durante el proceso de obtención del material y en la formación del mismo no aparecen residuos que pudiesen afectar al alimento.	
Hermeticidad	La lata permite que el atún se encuentre en condiciones totalmente herméticas debido al sertido o costura doble que se realiza entre el cuerpo de la lata y la tapa.	Como se mencionó en el capítulo anterior se propone un foil de aluminio para sellar el envase, el cual debe tener la característica de ser termosefabe, de esta manera el envase será totalmente hermético.	En ambos envases se puede tener hermeticidad cuando se cuidan bien los cierres en la lata y el sello en el envase de plástico rígido.
Resistencia física	Este envase cuenta con una excelente resistencia a la compresión, al impacto, vibración, al agua, polvo etc.	Debido a que el envase será cerrado con el foil de aluminio se propone utilizar una tapa de PP para evitar que el aluminio sea rasgado fácilmente, de esta manera también aumentamos la resistencia a la compresión del envase teniendo una superficie rígida que permita el acomodo del envase uno sobre otro. Así podemos asegurar todos los demás aspectos que el envase puede cubrir como la resistencia al impacto, vibración y factores ambientales.	Para que el envase pueda llegar en buenas condiciones al consumidor, después de haber pasado por diversas etapas, debe cumplir con cierta resistencia física, la cual está dada por el material de que fue hecho. En este caso ambos envases nos dan una buena resistencia.
Reciclaje	En estos envases la presencia de estaño requiere la implantación de ciertas modificaciones en el proceso de reciclado, de este modo puede ser eliminado por solubilización en sosa cáustica. De esta manera el acero puede volver a ser utilizado.	Debido a que tenemos un laminado, los materiales que lo componen no pueden volver a separarse, por lo tanto si puede reciclarse pero para tener otros usos como fabricación de juguetes, plásticos para el hogar, etc.	Es una de las características más importantes de los plásticos en la actualidad. En el caso de la lata podemos volver a utilizar el acero después del proceso de solubilización del estaño.
Reuso	Definitivamente este envase es desechado una vez que se obtuvo el alimento ya que al	Las características de este envase permiten que pueda ser utilizado postenormete para	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

	<p>ser expuesto al medio ambiente existe una corrosión del mismo, debido a esto no puede ser reusado para guardar otro alimento.</p>	<p>guardar otros alimentos, además de poder calentarlos en el Microondas sin que exista deformación del envase.</p>	
Integración de procesos	<p>El envasado de atún se lleva a cabo como una operación mas durante el proceso, haciendo que el tiempo entre una operación y otra aumente.</p>	<p>Podemos tener un proceso integrado en una secuencia de operaciones, que se realizan en instalaciones automatizadas, se fabrican los envases, se llenan con el alimento y se cierran.</p>	
Diseño	<p>El envase de hojalata para envasar atún esta identificado en el mercado por ser un envase convencional debido a su diseño, además de tener muchos años en el mercado.</p> <p>Es un envase portable, relativamente ligero, no es tan fácil de abrir ya que se necesita forzosamente un aditamento.</p>	<p>Es un envase innovador que no existe en el mercado, es ligero, portable, tiene actitud para volver a cerrarse, de fácil abertura, es de color blanco dando un aspecto se limpieza y frescura.</p>	

4.2 Aspectos mas importantes dentro de la comparación

- La resistencia que el envase pueda dar es uno de los aspectos más importantes a considerar ya que existen muchos factores que no deben pasar desapercibidos en el envasado del atún.
- En el caso de la lata, el envase es manipulado desde que se fabrica el propio envase y las tapas, hasta que llega a la planta donde van a

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ser lavados y llenados de producto, para después ser esterilizados, todo este proceso lleva consigo la manipulación ruda del envase, el cual soporta perfectamente todas estas operaciones sin mayor problema gracias a la estructura que lo conforma, todo esto sin considerar los aspectos de distribución y comercialización del envase.

- Para el caso del envase de plástico rígido que se propone, la resistencia con la que el envase cuenta está dada por el componente principal que lo conforma, el Polipropileno, el cual es muy utilizado hoy en día para la fabricación de envases rígidos, que combinándolo con el EVOH en este caso, nos da una excelente barrera al oxígeno, logrando así que nuestro alimento se conserve.
- Otro aspecto importante a considerar es que ambos envases pueden dar una excelente hermeticidad, ya que la lata cuenta con cierres muy bien elaborados que no permiten el paso de ningún agente (O₂, gases, microorganismos, polvo; agua, etc.) hacia el interior del mismo. Mientras que el envase plástico está muy bien planeado ya que al tener un foil de aluminio termosellable y encima una tapa de polipropileno podemos tener un envase totalmente hermético.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Otro aspecto es la integridad de procesos la cual no esta dada en el caso de utilizar la lata como envase para atún, ya que el proceso se va llevando a acabo por una secuencia de pasos no automatizados que ya están establecidos y que muchas veces alargan el tiempo de proceso.
- Como ya se ha mencionado con anterioridad los envases de plásticos nos permiten tener una secuencia de operaciones, que se realizan en instalaciones automatizadas, donde se fabrican los envases, se llenan con el alimento y se cierran, todo esto en una sola línea que nos permite de esta manera integrar el proceso disminuyendo los tiempos, sin necesidad de transportar el envase hacia el área de envasado del atún, evitando así que el envase sea manipulado antes de procesar el atún.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

Por medio del estudio de las características del producto se logró identificar que las vías de deterioro del atún en aceite son la oxidación de lípidos y la interacción entre proteína – lípido, de esta manera se identificó cuales son las barreras que se requieren para evitar que se pueda dar un deterioro del alimento.

Conociendo las características que presentan los envases de hojalata se logró tener un punto de partida para llevar a cabo la comparación, tomando en cuenta que el envase metálico cumple con todos los aspectos que el atún en aceite requiere para su conservación,

Existen diversos materiales para la formación de envases rígidos, pero todos ellos con características diferentes de barrera principalmente, de acuerdo a esto se eligieron los materiales que nos daban una buena combinación para así obtener un envase con la menor barrera al O_2 . Siendo esta la combinación propuesta PP/EVOH/PP.

De acuerdo a las propiedades que el envase de plástico rígido proporciona se puede decir que cumple con todos los aspectos necesarios para la conservación del atún en aceite. Sin dejar de considerar que en algunos otros aspectos como la integración de procesos, el reuso del el envase, diseño, etc., puede superar al envase metálico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto la prefactibilidad de usar un envase de plástico rígido compuesto por PP/EVOH/PP para envasar atún en aceite, es completamente viable.

Del mismo modo nos da la posibilidad de tener un envase innovador que permita la incorporación de un equipamiento de última tecnología logrando tener procesos integrados y así disminuir el tiempo del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Baduí, Salvador (1984): *Química de los Alimentos*, Ed. Alambra Mexicana, México. pp. 141-145
- Charley, Helen (1987): *Tecnología de Alimentos* Ed. Limusa, México. pp. 602
- Anónimo (1995): *El atún en la industria de conservas*, Organo Informativo de la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimentarias, Año 6 Num. 16, México. pp. 25
- Enciclopedia del Plástico (1996): Instituto Mexicano del Plástico Industrial, México D.F. pp. 230-255
- Footitt, R. J. (1995): *Enlatado de Pescado y Carne*, Ed. Acribia, Zaragoza España. pp. 105-117
- Gordon, Robertson (1993): *Food Packaging* Ed. Marcel Dekker, New York. pp. 127-132
- Madrid A. et al, (1994): *Tecnología del pescado y productos derivados*, Ediciones Mundi prensa, Madrid España. pp. 185-206
- NMX-F-220-1982, Productos alimenticios para uso humano — atún y pescados similares en aceite enlatados.
- Rodríguez, Tarango J. (1997): *Manual de Ingeniería y Diseño en Envase y Embalaje*, Ed. Packaging, ingeniería en envase y embalaje, México. pp. 9:1-9:12

COPIA FOTOSTÁTICA NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Internet:

- www.polini-sa.com/laminas.htm
- www.tecnopack.com
- www.fedinsa.com/tablas/evoh.htm
- www.lacostefa.com