

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

"Estudio comparativo del proceso de esterilización en  
contrapresión y en vapor saturado del atún tipo Albacora  
(Thunnus alalunga) en empaques flexibles"

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**MAGISTER EN CIENCIAS ALIMENTARIAS**

Presentada por:

Ana Maria Costa Viver

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por las muchas oportunidades brindadas a lo largo de mi vida. A Carlos, mi esposo, por su paciencia y apoyo incondicional. A mis hijos: Álvaro, Rebeca, Jose Carlos, Juan Pablo por quienes hacemos como padres todos los esfuerzos para ser cada día un mejor ejemplo y poder darles mejores oportunidades en la vida. A mis maestros Ing. Luis Miranda, MSc e Ing. Jose Antonio Suarez, MSc por su confianza en la realización de este trabajo. A mis compañeros de maestría por tantos buenos momentos compartidos.

## **DEDICATORIA**

A MI ESPOSO

A MIS HIJOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

M.Sc. Jose Antonio Suarez M.  
DIRECTOR DE TESIS

---

M.Sc. Priscila Castillo S.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la Espol)

---

Ana Maria Costa Viver

## RESUMEN

Las investigaciones sobre procesos térmicos y optimización de los mismos han sido muy amplias pero enfocadas específicamente en un tipo particular de envase y proceso. La hojalata ha sido el envase tradicional para productos en conserva, el cual presenta algunas ventajas pero también desventajas como su elevado peso, mucho volumen en vacío, dificultades para utilizar formatos no normalizados, problemas de corrosión, entre otros. La búsqueda de nuevas opciones de envases ha llevado a desarrollar empaques flexibles como las bolsas retortables o autoclavables que se han desplazado en gran nivel al envase de hojalata.

Los empaques autoclavables tipo pouch fueron inicialmente propuestos por los militares en EUA (MRE-meals ready to eat) alrededor de los años 1950, y llevado a la realidad para las tropas en batalla e incluso viajes espaciales a partir de 1970. Actualmente el empaque se comercializa en supermercados con varios productos presentando algunas ventajas sobre la lata tradicional. El empaque consiste en un material multicapa que permite ser llenado, sellado y esterilizado manteniendo la calidad del alimento sin exponerlo al medio externo hasta su consumo.

El propósito de este trabajo es evaluar en forma comparativa el proceso de esterilización tradicional a vapor con el de esterilización a contrapresión aplicado a bolsas retortables o autoclavables.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Tratamiento térmico de conservas.....	3
1.2 Los envases retortables en los alimentos.....	7
1.3 Proceso de elaboración de atún en conserva en envases flexibles.....	13
CAPÍTULO 2	
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
2.1 Atún tipo Albacora.....	19
2.2 Materiales, equipos y métodos.....	21
CAPÍTULO 3	
3. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	38
3.1 Diseño del experimento para determinar pérdidas de parámetros de calidad.....	38

3.1.1	Variables y Niveles para pruebas experimentales.....	38
3.1.2	Determinación de corridas experimentales.....	40
3.2	Caracterización del atún tipo albacora empacado en envase flexible esterilizado en autoclave de espray de agua con sobrepresión.....	41
3.2.1	Pruebas al empaque: Resistencia, Tensión.....	41
3.2.2	Pruebas al producto: Contenido de tiamina, Carga microbiana.....	44
3.2.3	Parámetros de proceso de esterilización.....	45
3.3	Aplicación del tratamiento de esterilización con vapor saturado.....	51
3.4	Caracterización del atún tipo albacora empacado en envase flexible esterilizado en autoclave de vapor saturado.....	52
3.4.1	Pruebas al empaque: Resistencia, Tensión.....	52
3.4.2	Pruebas al producto: Contenido de tiamina, Carga microbiana.....	55
3.4.3	Parámetros de proceso de esterilización.....	56
CAPÍTULO 4		
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	61
4.1	Validación estadística de los resultados obtenidos.....	61
4.2	Caracterización del producto final.....	64
4.3	Balance térmico general y determinación de los índices de consumo.....	65
4.4	Estimación de costos.....	66
CAPÍTULO 5		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

## ABREVIATURAS

cm	Centímetros
lb	Libra
kg	Kilogramo
Kcal	Kilocaloría
g	Gramos
h	Hora
min.	Minuto
s	Segundo
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
lb	Libra
U	Coefficiente global de transferencia de calor
p-value	Estadístico P
F	Estadístico Fisher
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
UFC	Unidades formadoras de colonias
FDA	Food and Drug Administration
BTU	British Thermal Unit

## SIMBOLOGÍA

$\lambda$	Conductividad térmica
Bb	Tiempo de Proceso de Stumbo.
Cp	Calor específico
CUT	Tiempo de levante.
D	Tiempo de reducción decimal.
F <sub>0</sub>	Factor de letalidad a 250 °F
F <sub>1</sub>	Minutos requeridos para destruir el microorganismo a la temperatura del autoclave
f <sub>h</sub>	Tiempo en minutos requerido para que la parte lineal de la curva atraviese un ciclo logarítmico
g	Diferencia de temperatura entre la retorta y el alimento al final del calentamiento.
l <sub>c</sub>	Diferencia de temperatura entre la retorta y el alimento en el comienzo del enfriamiento.
Jl <sub>c</sub>	Factor de retraso de enfriamiento.
Jl <sub>h</sub>	Factor de retraso de calentamiento.
L	Velocidad letal expresada en minutos a la temperatura de referencia por minuto a la temperatura del producto.
Pt	Tiempo a partir del instante que el autoclave alcanza temperatura de trabajo hasta que se cierra la válvula de vapor
Q	Calor
t	Tiempo.
T <sub>i</sub>	Temperatura inicial.
T <sub>r</sub>	Temperatura de la retorta.
T <sub>ref</sub>	Temperatura de referencia.
T <sub>ret</sub>	Temperatura de esterilización.
U	Coefficiente global de transferencia de calor
US\$	Dólares de Estados Unidos
Z	Incremento de temperatura necesario para que el tiempo de reducción decimal se reduzca a la décima parte.

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Curva logarítmica de supervivencia bacteriana..... 5
Figura 1.2	Curva de Tiempo de Destrucción térmica..... 6
Figura 1.3	Curva TDT con valor Z..... 7
Figura 1.4	Composición y Propiedades de las Bolsas Esterilizables..... 9
Figura 1.5	Efectos de la presión interna en el envase..... 12
Figura 1.6	Clasificación del pescado..... 14
Figura 1.7	Almacenamiento Congelado..... 14
Figura 1.8	Descongelado..... 15
Figura 1.9	Eviscerado..... 15
Figura 1.10	Cocción..... 16
Figura 1.11	Llenado..... 17
Figura 1.12	Diagrama de flujo del proceso de atún en envases flexibles..... 18
Figura 2.1	Albacora (Tunnus alalunga)..... 19
Figura 2.2	Nueva pirámide nutricional..... 20
Figura 2.3	Acumulador de datos..... 21
Figura 2.4	Termocuplas tipo T y glándula de acceso..... 22
Figura 2.5	Dimensiones del envase y ubicación de Termocuplas..... 22
Figura 2.6	Equipo para la prueba de presión interna..... 27
Figura 2.7	Prueba de presión interna con el lado abierto conectado a la alimentación de aire..... 28
Figura 2.8	Ubicación de los cortes para la prueba de fuerza de tensión de sello... 28
Figura 2.9	Evaluación de resistencia a la tensión del sello ..... 29
Figura 2.10	Criterio de observación visual en la prueba de tensión de sello..... 30
Figura 2.11	Equipo de evaluación de aire residual..... 31
Figura 2.12	Esquema del autoclave con sobrepresión por espray de agua..... 35
Figura 2.13	Autoclave modelo KM Grand Pack por espray de agua con sobrepresión..... 36
Figura 2.14	Autoclave de vapor saturado..... 36
Figura 3.1	Curvas de calentamiento para tratamiento con sobrepresión a 242°F (116.6°C)..... 47
Figura 3.2	Curvas de enfriamiento para tratamiento con sobrepresión a 242°F (116.6°C)..... 48
Figura 3.3	Curvas de calentamiento para tratamiento con sobrepresión a 238°F

	(114.4 °C).....	48
Figura 3.4	Curvas de enfriamiento para tratamiento con sobrepresión a 238°F (114.4 °C).....	49
Figura 3.5	Curvas de calentamiento para tratamiento con vapor saturado a 242°F (116.6 °C).....	56
Figura 3.6	Curvas de enfriamiento para tratamiento con vapor saturado a 242°F (116.6 °C).....	56
Figura 3.7	Curvas de calentamiento para tratamiento con vapor saturado a 238°F (114.4 °C).....	57
Figura 3.8	Curvas de enfriamiento para tratamiento con vapor saturado a 238°F (114.4 °C).....	57
Figura 3.9	Albacora en empaque flexible con termocuplas para proceso con vapor saturado.....	58
Figura 4.1	Grafico de medias para la evaluación de Tiamina.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1	Parámetros de Sellado de empaques..... 39
Tabla 3.2	Diseño de experimento.. ..... 40
Tabla 3.3	Corridas experimentales..... 40
Tabla 3.4	Resultados de la prueba de resistencia con esterilización con sobrepresión..... 41
Tabla 3.5	Resultados de la prueba de tensión con esterilización con sobrepresión..... 42
Tabla 3.6	Resumen estadístico para evaluación de resistencia en E1 (Tratamiento con sobrepresión a 114.4°C) ..... 43
Tabla 3.7	Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T114.4°C en tratamiento con sobrepresión..... 43
Tabla 3.8	Resumen estadístico para evaluación de resistencia en E2 (Tratamiento con sobrepresión a 114.4°C) ..... 44
Tabla 3.9	Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T 116°C en tratamiento con sobrepresión..... 44
Tabla 3.10	Contenido de tiamina en muestras de Albacora con esterilización con sobrepresión..... 45
Tabla 3.11	Análisis microbiológico en pouches de Albacora con esterilización con sobrepresión..... 45
Tabla 3.12	Parámetros de proceso obtenidos de las curvas de calentamiento y enfriamiento en tratamiento con sobrepresión..... 49
Tabla 3.13	Resultados de la prueba de resistencia con esterilización con vapor saturado..... 52
Tabla 3.14	Resultados de la prueba de tensión con esterilización con vapor saturado..... 53
Tabla 3.15	Resumen estadístico para evaluación de resistencia en V1 (Tratamiento con vapor saturado a 114.4°C)..... 54
Tabla 3.16	Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T 114.4°C en tratamiento con vapor saturado..... 54
Tabla 3.17	Resumen estadístico para evaluación de resistencia en V2 (Tratamiento con vapor saturado a 116.6°C) ..... 54
Tabla 3.18	Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T 116°C en tratamiento con vapor saturado..... 55

Tabla 3.19	Contenido de tiamina en muestras de Albacora con esterilización con vapor saturado.....	55
Tabla 3.20	Análisis microbiológico en pouches de Albacora con esterilización con vapor saturado.....	55
Tabla 3.21	Parámetros de proceso obtenidos de las curvas de calentamiento y enfriamiento en tratamiento con vapor saturado.....	58
Tabla 4.1	Análisis de varianza para los resultados de resistencia a la tensión.....	61
Tabla 4.2	Prueba de múltiple rangos.....	62
Tabla 4.3	Análisis de varianza para los resultados de contenido de Tiamina.....	62
Tabla 4.4	Prueba de múltiple rangos para el contenido de Tiamina.....	63
Tabla 4.5	Contenido de Tiamina en muestras de Albacora. Materia prima y conservas.....	63
Tabla 4.6	Parámetros de sellado de empaques.....	64
Tabla 4.7	Parámetros de carga para empaques de 181 g.....	64
Tabla 4.8	Cuadro comparativo de consumos y costos entre los diferentes tipos de autoclaves.....	68
Tabla 4.9	Cuadro comparativo de costos entre envases de hojalata y bolsas retortables (US\$).....	69

# INTRODUCCIÓN

Los pouches o empaques flexibles autoclavables (retortables) han constituido uno de los últimos avances en empaques para productos que requieren de un proceso de esterilización pero a la vez una mejor presentación y facilidad de uso. Inicialmente creados para las fuerzas armadas de Estados Unidos y los viajes al espacio, estos empaques han ido ganando aceptación en el mercado siendo actualmente utilizados para una amplia gama de productos logrando un incremento notable en la aceptación del consumidor dada la conveniencia en su uso, el impacto positivo en el medio ambiente, por su uso de materiales ligeros, y el reducido espacio en la basura.

Sin embargo, este material requiere de un proceso de esterilización bajo condiciones particulares que le permita resistir las presiones internas normalmente generadas durante el calentamiento a altas temperaturas que en el caso de las latas es resistida por el doble sello. Debido a ello, el proceso normal de esterilización de un empaque flexible requiere de equipos específicos y comúnmente costosos que permitan ejercer una presión externa sobre el envase para que este pueda resistir el proceso. La presión externa comúnmente llamada sobrepresión o contrapresión implica la aplicación de presión durante el proceso en valores por encima de  $1.05 \text{ Kg/cm}^2$  y realizada en autoclaves especiales capaces de trabajar con la combinación de dos medios ya que emplea vapor o aire como fuente de sobrepresión.

La principal dificultad con este tipo de material es que se desconoce el efecto que pueda ejercer un proceso de esterilización tradicional (a vapor saturado) sobre la calidad de producto e integridad del empaque flexible. En vista que el proceso de sellado se realiza con vacío es factible que disminuyan las presiones internas que podrían comprometer el envase.

En este trabajo se realiza un estudio comparativo entre una esterilización tradicional a vapor saturado y la esterilización con sobrepresión en atún tipo albacora empacado en empaque flexible al evaluar el efecto del proceso sobre la integridad del envase y calidad del producto.

La evaluación de los dos métodos de esterilización permitirá definir el sistema más adecuado para la producción de atún en envases flexibles. El empleo de procesos de esterilización tradicionales (vapor) para el tratamiento de conservas empacadas en envases flexibles permitiría reducir costos a las industrias al no requerir de inversión en autoclaves especiales para lograr la esterilización comercial en estos empaques. Adicionalmente

permitiría un incremento en el nivel de consumo de este tipo de empaques favoreciendo la disminución de costos de transporte, mejoras en la calidad organoléptica y nutritiva de los productos en conserva.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

Los inicios de los procesos térmicos datan del año 1809 en el que un confitero francés, Nicolás Appert ganó un premio establecido por Napoleón al conseguir prolongar la vida útil de los alimentos por medio del envasado y posterior tratamiento térmico a temperaturas de ebullición. No se conocían los fundamentos del método, pero funcionaba. Descubrimientos posteriores de científicos como Pasteur (1864), Prescottt y Underwood (1890) y gran cantidad de otras investigaciones han permitido calcular con una aproximación razonable el efecto letal de los tratamientos térmicos, por los que pueden lograrse alimentos seguros y de gran estabilidad.

### 1.1. Tratamiento térmico de conservas

Una conserva, es todo aquel producto alimenticio envasado en un recipiente herméticamente cerrado y que ha recibido un tratamiento térmico equivalente a una esterilidad comercial. De acuerdo a la rigurosidad del tratamiento la conserva puede ser pasteurizada o esterilizada, de allí que para describir los procesos térmicos se usen los términos “estéril”, “comercialmente estéril” y “pasteurizado”.

Tipos de tratamiento.-

1. **La pasteurización** es el tratamiento térmico que destruye parte, pero no todos los microorganismos presentes y requiere normalmente la aplicación de temperaturas menores o iguales a 100°C. Por ello, en los alimentos vegetales pasteurizados, la conservación se debe a la combinación de tratamiento térmico con otros factores como pH bajo, alta concentración de azúcar o sal y almacenamiento a baja temperatura.

2. **La esterilización** es el tratamiento térmico que destruye todos los microorganismos susceptibles de multiplicarse en condiciones normales de almacenamiento. La resistencia de las esporas de ciertas bacterias al calor es muy alta, siendo necesaria para su destrucción el calentamiento a más de 121 °C durante tiempos muy largos. En este proceso se pueden producir cambios en el alimento que le hacen perder totalmente sus cualidades organolépticas y nutritivas.

3. Se habla de “**esterilización comercial**” para describir el tratamiento térmico aplicado a los alimentos enlatados, donde pueden quedar esporas viables de microorganismos termófilos y por tanto, no totalmente estériles. (FPI, 1993)

La mayoría de los alimentos enlatados han sufrido un tratamiento térmico para protegerlos de la alteración microbiana y enzimática. Originalmente, con la esterilización solo se buscaba conseguir la estabilidad microbiológica, y en su caso, enzimática de las conservas. Con el empleo del envase de hojalata y el autoclave mejoraron los medios y disminuyeron las pérdidas a costa muchas veces de realizar tratamientos que en general, resultaban excesivos.

Los principios fundamentales de una conserva son dos:

- La hermeticidad garantizada, que no permita la salida del contenido o entrada de aire con microorganismos que contaminen el alimento. Lógicamente, la hermeticidad es una responsabilidad compartida entre el fabricante de envases y el procesador.
- La estabilidad microbiológica, que no permita el desarrollo de microorganismos a largo plazo. Esto se cumple con el tratamiento térmico aplicado y se determina científicamente. La estabilidad microbiológica es responsabilidad del procesador.

### **Terminología de la Inactivación Microbiológica**

Existen diferentes parámetros que se emplean para caracterizar la resistencia térmica de los microorganismos de tal manera que los procesos de esterilización se puedan diseñar para asegurar un nivel apropiado de destrucción microbiana (IFP,1993). Debido a las propias características físicas las esporas bacterianas son más resistentes que las células vegetativas a la acción de agentes externos, es por ello que normalmente se las considera en los estudios de termobacteriología. A continuación se explicarán los términos más empleados en esta compleja ciencia.

- **Curva de supervivencia.**- Una suspensión de microorganismos sometida a calor húmedo a temperatura letal constante generalmente sigue una cinética de inactivación del primer orden. Si se representa gráficamente el logaritmo del número de microorganismos supervivientes frente al tiempo de exposición se obtiene una línea recta. Esta se define como la curva logarítmica de supervivencia bacteriana. (Fig. 1.1) Este comportamiento, aunque actualmente se sabe que es menos

corriente de lo que al principio se pensaba, permite que se pueda expresar la inactivación bacteriana de una forma matemática (Rodrigo, 1990).

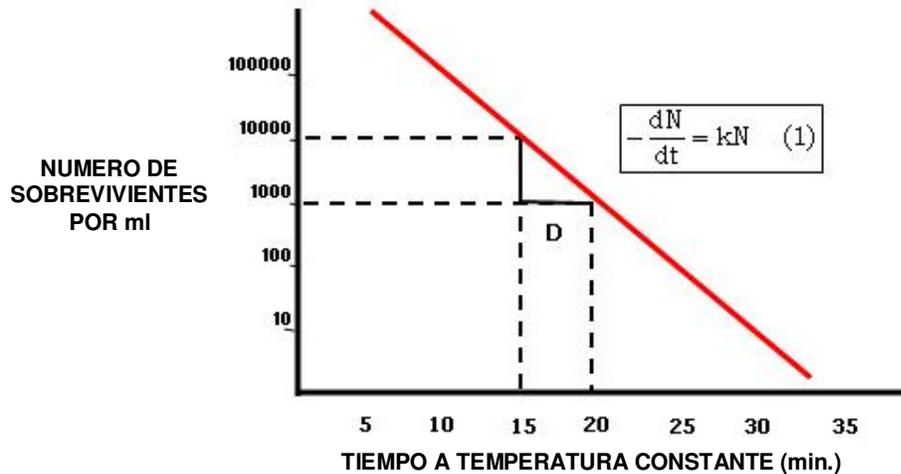


Fig. 1.1: Curva logarítmica de supervivencia bacteriana

- **Valor D.-** También llamado valor de reducción decimal, especifica el tiempo en minutos requerido para destruir el 90% (1 log) de las esporas o células viables a una determinada temperatura. Los valores D se emplean para describir el rango de inhibición bacteriana. Cada bacteria tiene un valor D característico que se emplea para determinar cuanto calor se necesita para eliminar ese microorganismo de un alimento.

El valor D se determina de la Curva de supervivencia al calcular el tiempo en minutos para que la línea recta atraviere un ciclo logarítmico.

Matemáticamente, el valor D es la inversa negativa de la pendiente de la curva de supervivencia.

t = tiempo neto de calentamiento  
 $N_0$  = número inicial de células por unidad  
 $N_n$  = número de células supervivientes luego del tiempo de calentamiento

$$D = \frac{t}{\log N_0 - \log N_n}$$

Ecuación 1.1

- **Curva TDT.-** La curva TDT (tiempo de destrucción térmica) refleja la resistencia relativa de la bacteria a diferentes temperaturas letales.

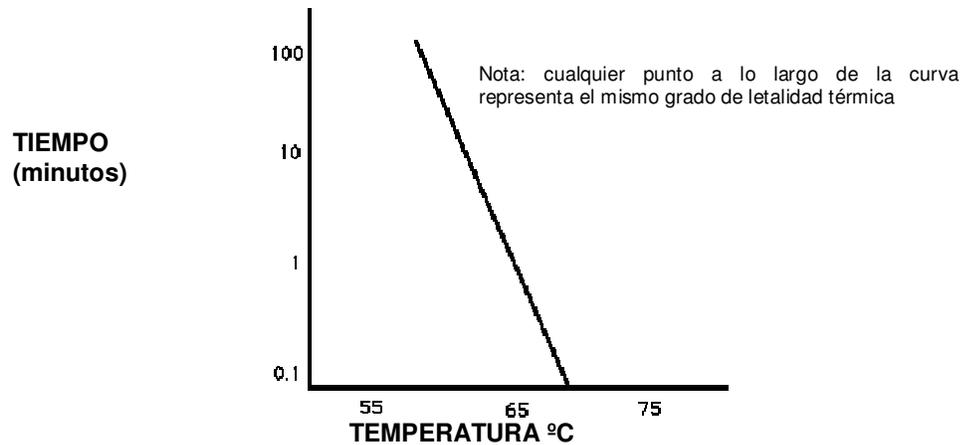


Fig 1.2: Curva de Tiempo de Destrucción Térmica

Se construye graficando el logaritmo de los valores D para un microorganismo en particular contra la temperatura de exposición asociada a este valor. Una línea recta sobre el rango de temperaturas generalmente usadas en la esterilización de alimentos puede ser obtenida. Esta línea recta representa todas las combinaciones tiempo/temperatura que dan un valor equivalente de reducción de microorganismos.

- **Valor Z.-** El valor Z especifica el número de grados de temperatura necesarios para cambiar el valor D en una orden de magnitud, o 1 ciclo log.

El valor Z se determina de la curva TDT al calcular el número de grados que le lleva a la línea recta atravesar un ciclo log. Es usado en los métodos de cálculo de proceso para considerar la resistencia relativa de un microorganismo a diferentes temperaturas. Organismos con un valor z alto expresarán gran resistencia térmica a mayores temperaturas.

Una expresión matemática para este valor puede escribirse como sigue:

$$Z = (T - T_1) / (\log D_1 - \log D) \quad \text{Ecuación 1.2}$$

Si se representa gráficamente valores logarítmicos de  $D_T$  frente a la temperatura de tratamiento, se obtiene una línea recta, denominada curva de destrucción térmica. El valor Z es la inversa negativa de la pendiente de dicha curva. También se conoce como el cambio necesario en la temperatura para que el valor  $D_T$  aumente o disminuya diez veces. Ambos parámetros,  $D_T$  y Z son necesarios para definir la termoresistencia de un microorganismo.



*Space Administration* (NASA). Solo hasta el año 1960 empezó su uso y comenzó a ser desarrollada por la *Army Natick Research* en conjunto con Development and Engineering (RD&E) Center (Blakistone 2003). Este desarrollo fue justificado por las ventajas de costo, menor peso y facilidad de manipulación que ofrecían frente al envase de hojalata (Brody, 2003).

#### **Composición del material de envasado:**

Las bolsas esterilizables son una combinación de aluminio y plástico que dan las ventajas necesarias para la preservación del alimento (Nuñez, 2004). Se han evaluado muchos materiales que pueden reunir estas características y ser usadas en la confección de bolsas retortables. Las especificaciones típicas están constituidas por materiales laminados de 3 ó 4 capas: film exterior/aluminio/film interior ó film exterior/aluminio/film central/film interior. El laminado de 3 capas se utiliza mayormente para bolsas retortables de tamaño pequeño hasta 1 kg, mientras que el de 4 capas es usado preferentemente para bolsas retortables grandes. Durante la fabricación del laminado, se emplean adhesivos de alto rendimiento (Gallo, 2002). La composición basada en cuatro láminas, desde el interior al exterior del envase se describe a continuación:

- Polipropileno: Este material es un buen conductor del calor, flexible, firme y compatible con el alimento, en términos que no provoca reacciones secundarias.
- Lámina de aluminio: Una excelente barrera contra la luz, olores, microorganismos, extiende la vida útil de alimentos.
- Nylon: Abrasión y resistencia.
- Poliéster: Resistencia a altas temperaturas, dureza y facilidad de impresión.

Las características que estos materiales por separados aportan al conjunto es que sus materiales flexibles laminados dan mayor firmeza, gran fuerza de tensión e impermeabilidad a los gases y vapor de agua (CFIA-ACIA, 2002).



Figura 1.4: Composición y Propiedades de las Bolsas Esterilizables.  
 Fuente: Canada, Canadian Food Inspection Agency (CFIA)  
 (2002).

La función principal de la capa exterior (poliéster) es la de contribuir a la fuerza y resistencia a la formación de agujeros en la bolsa terminada. Protege la capa de aluminio y resiste el calor durante el proceso de sellado de la bolsa. Finalmente, podría ser impresa si se considera necesario. Se han usado 2 tipos de material: poliéster 12  $\mu\text{m}$  (terephthalato de polietileno; PET) y poliamida de 15  $\mu\text{m}$  (nylon 6:6 o 6). En el caso del nylon, éste suele absorber humedad bajo altas humedades relativas y altas temperaturas. Este hecho reduce su resistencia y por esta razón el poliéster es preferido ampliamente. El aluminio brinda las propiedades de barrera a las bolsas esterilizables. En el caso de productos pesqueros, la barrera contra la transferencia de oxígeno, vapor de agua y luz es imprescindible si consideramos un largo periodo de vida útil. Una capa de aluminio sin agujeros minúsculos sería una barrera perfecta. Sin embargo, las impurezas en el aluminio, los daños causados durante la fabricación, laminación de las bolsas y especialmente la subsiguiente manipulación conducen a la formación de agujeros en el material. A menos que haya mucho maltrato de la bolsa durante y post proceso, los agujeros no presentan un problema en lo que se refiere a las propiedades de barrera del aluminio. Es recomendable el uso de aluminio de 9 a 12  $\mu\text{m}$  de espesor.

Las funciones principales de la capa interna en el laminado de bolsas flexibles esterilizables son el de ser termo-sellable (alrededor de 150°C), proteger mecánicamente al aluminio, proteger el producto, contribuir a la durabilidad y fuerza del laminado. Se han usado 2 tipos de material típicos: polietileno de alta densidad modificado con caucho poliisobutileno (RMHD) y polipropileno copolimerizado con

una proporción baja de de polietileno. El polipropileno es el más preferido debido a su buena disponibilidad. Los films de polipropileno no orientado (CPP) usados en los materiales retortables son generalmente de 50 a 100  $\mu\text{m}$  de espesor dependiendo de su uso final. Se utiliza una cuarta capa entre el aluminio y la capa interior cuando las tres capas podrían resultar inadecuadas. Por ejemplo es imprescindible su inclusión en bolsas grandes, con productos pesados, duros, o cuando el mismo tiende a debilitar la adhesión entre el aluminio y la capa interna (Nuñez, 2004).

En resumen las características que deben poseer las bolsas esterilizables según Nuñez (2004) son las siguientes:

- Baja permeabilidad al oxígeno, menor de  $15.5 \text{ cc/m}^2$  en 24 h.
- Bajos valores de transmisión de vapor, menor de  $0,78 \text{ g/m}^2$  en 24 h.
- Resistente a temperatura entre 0 y  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Bajo costo en el material de confección.
- Puede ser sellada a temperatura de trabajo.
- Resistente a la acción de grasas, aceites u otro componente alimenticio.
- Que traspase al mínimo olores y sabores a los alimentos contenidos en ellas.
- Resistente a manejos descuidados.
- Ser agradable para el consumidor.
- Ser capaz de ser utilizada en sistemas de fabricación automáticas.
- Material capaz de ser impreso, para así obtener una buena presentación.

Por lo tanto y de forma general estos envases deberán ser capaces de soportar las temperaturas de esterilización de  $114$  a  $130 \text{ }^\circ\text{C}$  hasta 120 minutos, debiendo ser suficientemente fuertes para resistir la manipulación y el abuso durante el proceso de transporte y comercialización subsiguiente (Gallo, 2002).

#### **Ventajas del uso de bolsas esterilizables.-**

El gran éxito tecnológico que ha experimentados la bolsa esterilizable, se debe a sus notables ventajas que aporta al combinar las características tecnológicas a la forma tradicional de enlatado (Mitchell, 2002).

Se deben destacar claramente las siguientes ventajas, que son de real importancia en ésta nueva tecnología (Brody, 2003; Mermelstein, 1976).

1. El producto envasado cumple con los requisitos de esterilidad comercial definidos (FDA, 2002), por lo que no necesita refrigeración para su conservación, pudiendo mantenerse más de 2 años a temperatura ambiente.

2. Debido a su forma aplanada representa un menor espesor con respecto a envases tradicionales (cilíndricos en la mayoría de los casos), lo que se traduce en una mayor área de transferencia de calor y a los postre un menor tiempo para alcanzar la temperatura de esterilización en el punto de más lento calentamiento del envase. Lo anterior a la vez desglosa otra serie de ventajas:

- Mejor calidad con la mayor retención de nutrientes, color, sabor, textura, etc.
- Mayor homogeneidad al no sufrir el producto un calentamiento excesivo en las zonas más cercanas a la superficie del envase.
- Menor peso y volumen con respecto a los envases tradicionales con las siguientes repercusiones económicas en el almacenamiento, transporte y distribución.
- Facilidad de apertura y posibilidad de temperar o preparar el alimento envasado para el consumo mediante un simple y rápido calentamiento convectivo de la bolsa.
- Fácil eliminación del envase utilizado.
- Excelente presentación para su comercialización.

#### **Desventajas. -**

El proceso es generalmente más largo en términos de envasado y requiere de mayor mano de obra. Debido a que son menos robustas, las bolsas esterilizables necesitan de mayor protección a través de una bolsa o cartón como empaque secundario. Las operaciones de empacado generalmente son más lentas comparadas con una operación similar de conservas de enlatado o congelado (Packaging Digest, 1998). Además Mermelstein (1976) y (Brody, 2003), señala las siguientes desventajas:

- Baja velocidad de trabajo. Los equipos actuales de llenado y sellado trabajan a velocidades de 60 a 120 bolsas por minuto, mientras que las líneas que utilizan envases metálicos llegan a superar las 800 unidades por minuto.
- Elevada inversión en las instalaciones. La inversión general para una línea completa de una nueva planta se estima 10 veces más que para la inversión necesaria para línea completa de envasado en contenedores metálicos.
- Por la flexibilidad de la bolsa pueden presentarse problemas de daño mecánico de los alimentos elaborados. Esto es particularmente grave en productos frágiles y de cierto tamaño, lo que obliga a un trabajo cuidadoso durante la elaboración,

así como una protección adicional con un sobre embalaje, que incrementa el costo del producto.

### **Equipos de esterilización de envases flexibles.-**

Se sabe que los procesos térmicos a sobrepresión son necesarios para esterilizar comercialmente alimentos en envases plásticos, ya sean estos envases flexibles o semirígidos. Las mezclas de vapor/aire e inmersión en agua con sobrepresión son comúnmente utilizados debido a su habilidad para mantener la presión del autoclave en mejor forma que utilizando vapor saturado dentro de los envases durante los procesos térmicos (Mitchell, 2002).

El tipo de sello en las bolsas esterilizables es definitivamente mucho más delicado que el doble sello del tarro de hojalata, esta razón hace fundamental que el control de la presión y la temperatura sea un proceso mucho más estricto que el convencional de envases de hojalata (Nuñez, 2004).

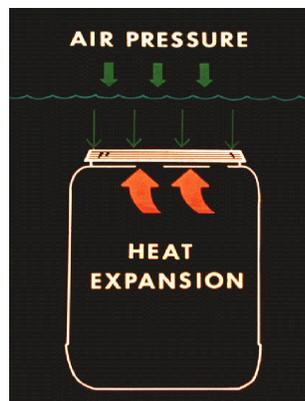


Fig. 1.5: Efectos de la presión interna en el envase

Se sabe que en el periodo de calentamiento, es necesario vencer la tendencia a la expansión de la bolsa producido por los gases y el retardo en la transferencia de calor, y en el caso de la etapa de enfriamiento se debe impedir que las presiones de vapor internas pudieran tender a deformar o hacer estallar los envases. Para el proceso de esterilización se ha llegado al consenso que es necesario realizar un proceso donde se equilibren las presiones internas y externas cuando las temperaturas durante el ciclo de calentamiento superan los 100 °C y cuando baja la temperatura en la etapa de enfriamiento llegando a los mismos 100 °C, para lo cual se debe aplicar sobrepresión (Mitchell, 2002).

El término “sobrepresión” se refiere a la presión que se le supele al autoclave además de la ya ejercida por el medio de calentamiento a una temperatura de proceso dada.

En un autoclave de vapor a 121°C (250°F) la presión es normalmente de 1.05 Kg./cm<sup>2</sup> (15 psig); cualquier presión que se suministre al autoclave en exceso de 1.05 Kg. /cm<sup>2</sup> se denomina sobrepresión (FPI, 1993).

Para lo explicado en el párrafo anterior se aplican principalmente 3 técnicas:

- Procesos con vapor saturado.
- Procesos con agua caliente.
- Procesos de mezcla vapor/aire.

### **1.3. Proceso de elaboración de atún en conserva en envases flexibles**

El atún en envases es producido a partir de atún congelado. Las especies utilizadas en las operaciones de atún incluye Albacora (*Thunnus Alalunga*), Yellowfin (*Thunnus Albacares*), Skipjack (*Katsuwonus pelamis*), Big Eye (*Thunnus Obesus*) y otras especies dependiendo de la legislación vigente en el país. Los atunes son capturados por una variedad de métodos, incluyendo “longline”, “jig boat” (anzuelo y línea), palo y cuerda, y redes de pesca. Los botes para la pesca están equipados con sistemas de salmuera congelante para disminuir rápidamente las temperaturas de pescado. La mayoría de los pescados son entregados a las empacadoras directamente desde los botes utilizados para capturarlos. Algunos son transferidos desde los botes desde donde se capturan hasta los transportes o camiones refrigerados y luego entregadas a las empacadoras.

El proceso de elaboración de productos derivados del atún parte de unos pasos iniciales del proceso productivo comunes. A continuación, se presenta una descripción del proceso productivo para la elaboración de atún en conserva.

#### **PASOS INICIALES EN EL PROCESO PRODUCTIVO**

Los pasos iniciales se refieren a la recepción, clasificación, almacenamiento, descongelado, eviscerado, cocción, enfriamiento y limpieza; en estas etapas los parámetros de proceso están dados principalmente por el tipo y tamaño del pescado. A continuación se describe las actividades de cada etapa.

- **Recepción:**

El atún capturado y congelado que llega a bordo de los barcos, se descarga identificando la procedencia (barco), temperatura, sal e histamina. La descarga debe hacerse con la mayor rapidez posible y evitando que el atún alcance una temperatura mayor a los -8°C. La descarga se efectúa en el muelle y luego es transportado a la planta donde se clasifica según la especie y el tamaño.

- **Clasificación y Pesaje:**

Cuando el atún es entregado a la planta, el producto es clasificado por tamaño y especie y luego es pesado antes de ingresar a las cámaras de almacenamiento. El atún se muestrea y analiza para tener la seguridad de las condiciones de frescura, sin daño, libre de contaminación y de signos de descomposición (temperatura, aspecto de la piel y enranciamiento).



Fig. 1.6: Clasificación del pescado

- **Almacenamiento:**

El pescado clasificado e identificado se coloca en cámaras frigoríficas a  $-18^{\circ}\text{C}$  para mantenerlo en perfecto estado hasta el momento del procesamiento.

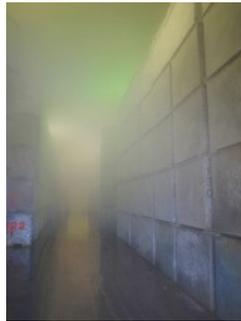


Fig. 1.7: Almacenamiento Congelado

- **Descongelación:**

Para iniciar el procesamiento del atún se debe seleccionar la especie y tamaño que se va a procesar, el atún congelado se coloca en unas tinas especiales con agua a temperatura ambiente para que se descongele, el tiempo de proceso varía dependiendo del tamaño del pescado.



Fig. 1.8: Descongelado

- **Eviscerado:**

El pescado semi descongelado pasa a las mesas de evisceración donde el personal encargado de esta tarea procederá a hacer cortes limpios y rectos y se removerán las vísceras. Se efectúa cuando el tejido muscular aun es firme con el fin de evitar perdida de producto aprovechable. El corte depende del tamaño del atún y de la dimensión de la pieza que se desea obtener. Si el pescado después de cortado y eviscerado, presenta olores de descomposición o de contaminación será sacado de la mesa y será rechazado.



Fig. 1.9: Eviscerado

- **Cocción:**

Tanto el pescado entero, como los trozos, son colocados en canastillas y éstas a su vez, en coches o carros diseñados a la que son transportados hacia los cocinadores. El mismo se cocina por medio de vapor asegurando mantener la mayoría de los nutrientes naturales en el músculo del pescado y para facilitar la siguiente etapa de limpieza.

Los pescados ingresan a las cocinas a una temperatura inicial de entre 0 °C a -2 °C. La cocción se la realiza a una temperatura de 98 a 104 °C y la temperatura de

espina del pescado alcanza los 60 - 75 °C. El tiempo del ciclo se programa según el tamaño de pescado y la humedad requerida del producto final.



Fig. 1.10: Cocción

- **Enfriamiento:**

Posterior a la cocción se realiza un enfriamiento por rociadores de agua para enfriar y humedecer el pescado en condiciones controladas. Uno de los objetivos de la operación de cocción es facilitar la limpieza posterior del pescado por ello ninguno debe llegar caliente a la mesa de limpieza, demasiado mojado o demasiado seco, para evitar que las piezas de pescado se desmoronen al ser manipulados.

- **Nebulizado:**

El atún ya precocido es enviado a un cuarto con un sistema de rociado de duchas que servirá para hidratar y mantener al pescado con su piel y textura fresca. En este cuarto el pescado se mantiene en condiciones especiales con temperaturas bajas y alta humedad para continuar conservando sus propiedades sensoriales y de nutrición, hasta esperar su turno para ser limpiado.

- **Limpieza:**

La limpieza se inicia retirando la piel, espinas, grasa y demás residuos y se separa la carne clara de la carne oscura. Este proceso se lo realiza con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable diseñados especialmente para este uso. En este paso, si se presentare el caso, se elimina también la carne que tenga coloración anormal (ej. amarillo por oxidación), y o presente olores y texturas no característicos. Los lomos limpios son colocados en bandejas y estas transportadas hacia el área de empacado.

- **Llenado:**

El atún limpio es troceado y mezclado con el líquido de cobertura para luego llenar manualmente el envase flexible en función del peso declarado. Posteriormente se sellan al vacío y luego se compactan para facilitar su transporte y almacenamiento. El empaque es luego codificado automáticamente para su respectiva trazabilidad.



Fig. 1.11: Llenado

- **Esterilización:**

La esterilización se debe hacer inmediatamente después de completarse el número de envases necesario para cargar la autoclave. Los envases sellados se colocan en autoclaves y se esterilizan a alta temperatura con sobrepresión para destruir todos los microorganismos presentes en el alimento y dentro del envase.

- **Encartonado:**

El producto es embalado en cartón reciclable de acuerdo a la solicitud de la orden de producción y se codifica para establecer el lote de producción y su fecha de vencimiento.

- **Almacenado:**

Los cartones embalados se los traslada a las bodegas en donde estos son estibados y paletizados en un número de acuerdo con la presentación realizada. El producto se almacena a una temperatura ambiente en condiciones adecuadas de luz y ventilación, siguiendo los procedimientos operativos de almacenaje establecidos en la planta.

- **Despacho:**

Los cartones con pouchs se paletizan y embalan en contenedores, según la solicitud de los clientes, quienes se encargan de ponerlo a disposición de los consumidores.

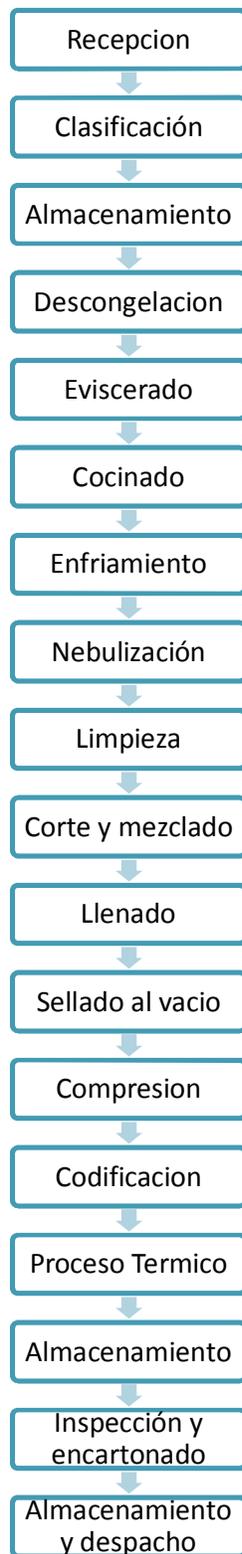


Fig. 1.12: Diagrama de flujo del proceso de atún en envases flexibles

## CAPÍTULO 2

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Atún tipo Albacora

El atún blanco o bonito del norte (*Thunnus alalunga*) pertenece a la familia de los escómbridos y al género *Thunnus*, identificados comúnmente como “túnidos”, presenta una amplia distribución en el océano Atlántico norte y sur, desde el paralelo 55° N al 40° S. (Ortiz, 2007).

Ocupa las aguas oceánicas y en general son gregarios cuando son juveniles (50 a 85 cm de talla), reuniéndose en bancos más o menos densos que se desplazan a velocidad en aguas superficiales y subsuperficiales. Cuando alcanza la madurez sexual, con una talla aproximada de 90 cm, ocupan aguas más profundas, situadas entre los 100 y 200 metros, pudiendo alcanzar hasta los 500 m, en ocasiones, habitando la columna de agua con un rango de temperaturas de 10 a 24° C. Emprenden grandes migraciones, alcanzando distancias de hasta 30 kilómetros diarios. (BC Seafood, 2004).

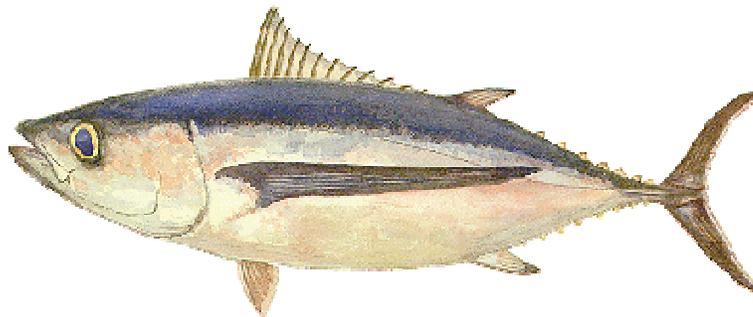


Fig. 2.1: Albacora (*Thunnus alalunga*)

Fuente: Comisión Interamericana del Atún Tropical, IATTC

La albacora se caracteriza por la excepcional longitud de sus pectorales que llegan hasta más allá del extremo de la segunda dorsal. Su vejiga natatoria está bien desarrollada y, al contrario de los otros atunes, su carne es blanca y no roja, debido a ello se la conoce como “el pollo del mar” y de acuerdo al Estándar de Identidad del Atún (FDA, 2011) es la única especie de atún que puede ser comercializada como “carne blanca o *White meat*”.

El Albacora es una excelente fuente de proteína ya que es baja en sodio y contiene las mas altas concentraciones de Acidos grasos Omega-3 de la familia de los tunidos (2.1 g en una porcion de 100 g). El consumo regular de pescado rico en Omega-3 como el albacora ha sido asociado a reducir el riesgo de enfermedades del corazon e infartos, reducción de sintomas relacionados a la depresión, alivio en dolores de artritis y en bajar la presión arterial. (NOAA, 2011)

Según un informe emitido por el Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA), en los próximos veinte años los productos del mar emergerán como el alimento de alto contenido proteico con más rápido crecimiento en EE.UU (ProChile, 2006). El mismo informe prevé que el aumento en el consumo de pescados y mariscos será mayor que el crecimiento de la demanda de productos avícolas y vacunos. El gobierno federal de EE.UU. lanzó una campaña durante 2005 sobre Guías dietéticas y la nueva pirámide alimenticia (*"Dietary Guidelines and New Food Pyramid"*), recomendando a los ciudadanos incluir en su dieta pescados o mariscos al menos dos veces por semana debido a los beneficios que aportan las proteínas, vitaminas y ácidos grasos.



Fig. 2.2: Nueva Pirámide Nutricional

Fuente: Departamento de Agricultura de EE.UU, USDA

Según el Instituto Nacional de Pesca (en inglés, *National Fisheries Institute*), los consumidores estadounidenses gastan en promedio 60,9 mil millones de dólares en productos del mar. Alrededor de dos tercios de este gasto se canaliza a través de restaurantes, mientras que el excedente corresponde a productos para el consumo

doméstico comprados en supermercados y otros locales de ventas al por menor. En general el consumidor, dada la preocupación que existe por la seguridad alimentaria, tiende a preferir el producto procesado. Por comodidad y rapidez prefiere productos pre-elaborados fáciles de preparar y opta por las formas más corrientes de consumo en lata, apanado, congelado, etc. (ProChile, 2006).

## 2.2 Materiales, equipos y métodos

### Estudio de Penetración de calor.-

Como etapa previa al estudio de Penetración de calor ambos sistemas de autoclaves (a sobrepresión y a vapor saturado) fueron evaluados con un estudio de distribución de calor que permitió determinar los puntos fríos dentro del equipo y así establecer el “tiempo de levante” o tiempo necesario para que el autoclave alcance temperatura de proceso. Estas pruebas se desarrollaron con carga completa y carga parcial, y en el caso de los autoclaves con sobrepresión también se incluyó pruebas con flujo de agua normal y con flujo bajo. Una vez definido el comportamiento de los equipos se estableció los tiempos de levante respectivos en 30 minutos para las autoclaves de vapor saturado y 22 minutos para las de sobrepresión y se procedió a determinar los tiempos de proceso para los diversos productos a elaborar.

- **Sistema de adquisición de datos.-** El sistema de adquisición de datos de temperatura utilizado está compuesto de un Data Logger, Calplex™ (Technical, New Orleans, La.); el cual consta de treinta y dos canales disponibles, a los que se conectan las termocuplas mediante miniconectores. Para la recolección de datos se emplea el software de Procesamiento Térmico (Thermal Processing) CALSoft™ para Windows para recolectar los datos de penetración térmica. Los datos se envían a una computadora a través de un puerto serial RS-232.

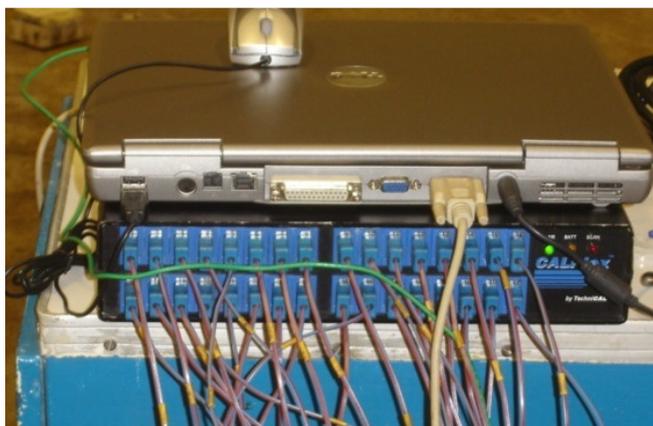


Fig. 2.3: Acumulador de datos

- **Equipo (s) de medición de temperatura (TMDs).**- Se utilizan termocuplas del tipo T (Cobre – Constantán) flexibles. Las termocuplas se conectan mediante miniconectores al equipo de registro de temperaturas. Los cables pasan a través de una glándula de acceso (packing gland) montada en el autoclave (fig. 2.4).



Fig. 2.4: Termocuplas tipo T y glándula de acceso

- **Preparación del material.**- Para cada prueba los envases se llenan y sellan manualmente para luego colocarlos en la retorta respectiva. El sellado se realiza en una selladora comercial que crea vacío en la cámara de sellado para asegurar extracción del aire residual. El espesor del envase es un factor crítico en el proceso térmico, el mismo se asegura colocando un cilindro plástico de 16mm de diámetro el cual también sirve para asegurar la termocupla en el centro geométrico del envase. El envase se comprime manualmente hasta alcanzar el espesor de 16.5 mm. En la operación normal de estos envases se emplea un compresor que reduce el espesor hasta uno no mayor a 16.5 mm. Los envases se colocan horizontalmente en una sola capa en los separadores del autoclave. El autoclave se llena con balastos (producto o agua) para equilibrar la demanda de calor en toda el área del mismo.

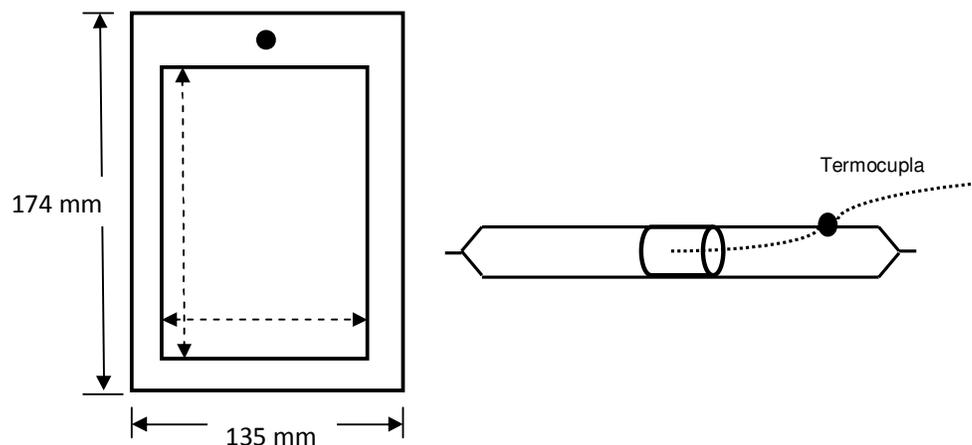


Fig. 2.5: Dimensiones del envase y ubicación de Termocuplas

- **Recolección de datos.**- Un total de 18 termocuplas flexibles se colocan en envases con producto para la recolección de datos durante cada proceso de esterilización. Cuatro termocuplas adicionales se emplean para monitorear la temperatura de la retorta. Dos se colocan cerca del termómetro de mercurio en vidrio (MIG) y el registrador de datos (RTD), dos cerca a los envases para monitorear la temperatura del medio. Cada termocupla se identifica con un número y es unida a un punto o canal del registrador. La ubicación de cada una es registrada en el formato de penetración de calor. El sistema se configura para registrar datos de temperatura en un intervalo de tiempo de 15 segundos, adicionalmente se documenta minuto a minuto la temperatura del autoclave según el Termómetro de mercurio en vidrio (MIG), en el termoregistrador, en el controlador (RTD), así como la presión del medio de calentamiento y el flujo de agua para las pruebas en las retortas de espray de agua con sobrepresión. Los datos se recolectan en todas las fases del proceso de retorta: levante (*come-up*), esterilización y enfriamiento.

### Cálculo de procesos térmicos. Método de fórmula

Este método fue propuesto por C. O. Ball en 1923. Es el método más usado en la industria de enlatado en los EE. UU. Utiliza las siguientes definiciones:

$f_h$  = tiempo en minutos requerido para que la parte lineal de la curva atraviese un ciclo logarítmico.

Cero corregido: multiplicar el tiempo en que el autoclave llega a temperatura por 0.58 (42% de este tiempo tiene letalidad). Marcar este punto en la escala de tiempo y trazar una recta hasta intersectar la extensión de la porción recta de la curva de calentamiento. Este es el cero corregido del proceso.

$$F_0 = \frac{f_h}{\left[ \left( \frac{f_h}{U} \times F_i \right) \right]} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

$$B = f_h (\log j_{ch} \cdot I_h - \log g_c) \quad \text{Ecuación 2.2}$$

$$\text{Donde: } B = Pt + 0.42 I \text{ (tiempo total del proceso)} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Pt = (Tiempo a partir del instante en que el autoclave alcanza la temperatura de trabajo, hasta que se cierra la válvula de vapor)

I = Tiempo requerido para alcanzar la temperatura de trabajo, cuando se abre la válvula de vapor.

Para evaluar (Fo), se requiere conocer: (fh, fh/U, Fi)

Respuesta a la temperatura fh = Inverso de la pendiente de la recta ajustada

$$F_i = 10^{\frac{(250-T_r)}{Z}} = 10^{\frac{(250-250)}{18}} = 1 \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Para evaluar (fh/U), se hace uso de tablas que se encuentran en función de (g) y (Jc)

Factor de retraso de calentamiento = Jh

Factor de retraso de enfriamiento = Jc

Para calcular Jc, y Jh se requiere conocer I y J (Para el calentamiento y para el enfriamiento)

$$J_h = J_{lh} / l_h \quad \text{Ecuación 2.5}$$

$J_{lh} = T^{\circ} \text{ retorta} - T^{\circ} \text{ pseudo inicial producto}$

$l_h = T^{\circ} \text{ retorta} - T^{\circ} \text{ inicial del producto}$

$$J_c = J_{lc} / l_c \quad \text{Ecuación 2.6}$$

$J_{lc} = T^{\circ} \text{ pseudo inicial producto} - T^{\circ} \text{ agua enfriamiento}$

$l_c = T^{\circ} \text{ alimento cierre vapor} - T^{\circ} \text{ agua enfriamiento}$

Calculo del valor de g

$$\text{Log}(g) = \log(J_h \cdot l_h) \cdot B / f_h \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Para evaluar el valor de fh/U, se hace uso de tablas que relacionan g y Jc

Calculo de Fi

$$F_i = 10^{\frac{(250-T_r)}{Z}} = 10^{\frac{(250-250)}{18}} = 1 \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Entonces

$$F_0 = \frac{fh}{[(fh/U \times F_i)]} \quad \text{Donde: } U = F_0 \cdot F_i \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Procedimiento.

- Para el calentamiento, los datos obtenidos de penetración de calor se llevan a un gráfico semilogaritmico de T vs t. Se sitúa en la ordenada (semilogaritmica invertida) la diferencia de temperatura entre la temperatura del autoclave y la temperatura del producto, y en la abcisa el tiempo, en una escala lineal.
- Para el enfriamiento, los datos obtenidos se llevan a un gráfico semilogaritmico normal. En la ordenada se coloca la diferencia de temperatura entre la temperatura del producto y la del agua de enfriamiento.

La aplicación del método puede efectuarse también realizando el proceso inverso, o sea determinar qué tiempo requiere el proceso para lograr un  $F_0$  determinado.

### **Evaluación de integridad de sello de envases flexibles**

#### **Prueba de Resistencia a Presión interna (Internal Burst test)**

La prueba de resistencia a la presión interna es usada como una buena prueba para evaluar el sellado hermético incluyéndola como indicador de las correctas condiciones del sello y una medida de la habilidad del envase para soportar la manipulación y el transporte (CFIA-ACIA, 2002). La presión interna, aplicada por inflado con aire, es usada para evaluar los sellos y la respuesta del envase es registrada. El procedimiento de la prueba de presión interna involucra la aplicación de aire a presión a un flujo constante de 10 kPa/seg (1psig/seg). Existen tres tipos de prueba de presión interna:

1. Dinámica, donde la inflación continúa hasta que el envase explota. Se registra la presión interna a la cual el envase explota. Esta prueba es empleada para sellos tipo fusión.

2. Estática, en la cual el inflado se detiene a una presión específica y es mantenido a esa presión por 30 segundos. Se registra si el envase pasa o no pasa la prueba. Esta prueba es empleada para sellos tipo fusión.
3. Prueba indexada, en la cual el inflado se detiene a una presión específica como 5 psig y mantenida por 30 segundos, luego es inflado unos 0.5 psig adicionales y mantenido por 30 segundos, con continuos periodos de inflado y mantenimiento hasta que el envase explota. El registro incluye la presión interna al explotar y observaciones de separación del sello. Esta prueba es empleada para sellos pelables.

La prueba de presión interna debe completarse antes que la prueba de tensión. Es generalmente recomendado que la prueba de presión se realice antes y después del proceso térmico ya que la esterilización y almacenamiento reduce la fuerza del sello (Lampi, 1977).

El estándar de la prueba de presión interna es 105 kPa (15 psig), mantenido por 30 segundos con no evidencia de ruptura en el sello. El ancho final del sello debe ser de 3 mm o mayor. En el caso de envases flexibles deben cumplir con este criterio, por tanto, los envases antes de la esterilización deben alcanzar un valor mayor como 140 kPa (20 psig) o mayor.

Existen dos diseños de equipos para la prueba de presión interna:

- **Prueba de los cuatro lados de sello:** una aguja se inserta en un envase lleno y aire se aplica a través de la aguja
- **Prueba de tres lados de sello:** un envase vacío se coloca sobre la fuente de aire, las mordazas sellan el envase sobre la fuente de aire.

En cada caso el envase debe ser contenido entre unas placas. El contener el envase limita el ángulo del sello el cual de otra forma incrementaría con la inyección de aire. Al limitar el ángulo del sello, envases con sellos fuertes fallan a presiones mayores que cuando no son contenidos; resultando en una notable diferencia en presión al explotar entre envases con sellos fuertes contra aquellos son sellos débiles.

Esta prueba evalúa la fuerza mínima a la explosión de un sello alrededor del perímetro de un empaque flexible cuando este es presurizado internamente y contenido entre placas. La prueba de explosión presuriza internamente un

envase hasta que un área del sello del empaque alrededor del perímetro se abre en respuesta a la presurización. Al colocar el envase entre placas durante la presurización, la estabilidad dimensional del envase es mantenida en una manera que resulta en el estrés aplicado más uniformemente a lo largo del perímetro del envase, donde los sellos normalmente se ubican. Esto permite que la prueba tenga mayor probabilidad de detectar la zona más débil del sello y de una medida de la presión requerida para “abrir” el envase. Esta prueba solo aplica a envases flexibles con sellos ubicados alrededor del perímetro (normalmente referidos como pouches).

**Equipo requerido:** Equipo para evaluación de presión interna, suministro de aire capaz de entregar al menos 30 psi.



Fig. 2.6: Equipo para prueba de presión interna

**Procedimiento:**

- Sellar el envase
- Cortar 2.5 cm del sello del envase de lado del fabricante
- Colocar el envase en el equipo de presión interna
- Insertar la manguera de aire en el lado abierto
- Ajustar las mordazas para sellar completamente el envase
- Iniciar el flujo de aire por 30 segundos, asegurarse que el medidor de presión indique 30 psi.
- Registrar los resultados

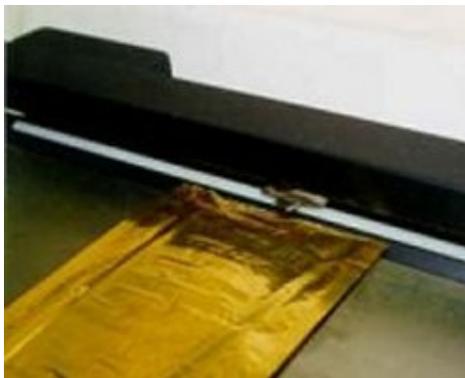


Fig. 2.7: Prueba de presión interna con el lado abierto conectado a la alimentación de aire

### Prueba de tensión de sello

Las pruebas de tensión de sello se emplean como una herramienta de aseguramiento de calidad para evaluar las cualidades inherentes del sello para envases de materiales flexibles y son empleadas como una prueba opcional. Sin importar las especificaciones de la técnica (ancho de la muestra, equipo y velocidad de separación de las mordazas), la prueba de tensión puede ser usada para monitorear la sellabilidad de los materiales y como prueba puntual en las condiciones de sello y operación del equipo de sellado (CFIA-ACIA, 2002).

**Procedimiento:** Tiras del material de 25.4 mm de ancho y al menos 75 mm de longitud son removidas del área de sello del envase (fig. 2.8). Los extremos deben tener cortes limpios y perpendiculares a la dirección del sello del envase.

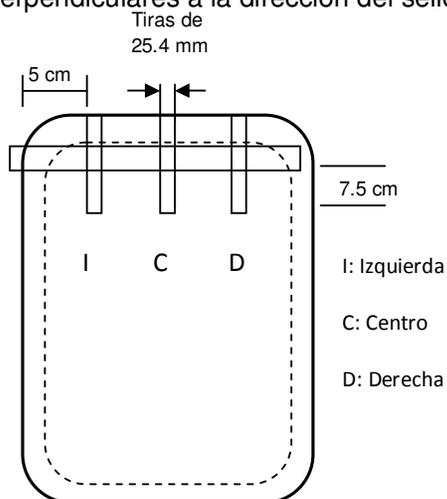


Fig. 2.8: Ubicación de los cortes para la prueba de fuerza de tensión de sello (CFIA)

Cada extremo de la tira a evaluar es luego ajustado en el equipo de evaluación de tensión. El área sellada de la tira debe estar equidistante entre las pinzas y la distancia recomendada entre las mordazas es de 25 a 50 mm. La tira de material debe estar alineada en las mordazas para que la línea de sello del envase este perpendicular a la dirección de tracción.

El sello es lentamente separado. El rango de carga debe ser entre 250 a 300 mm/min. La fuerza requerida para separar el sello se registra en newton/metro de ancho (lbf por pulgada cuadrada). Al menos tres muestras adyacentes deben tomarse de cada sello a evaluar y un promedio de la muestra es comparada con las especificaciones del fabricante.

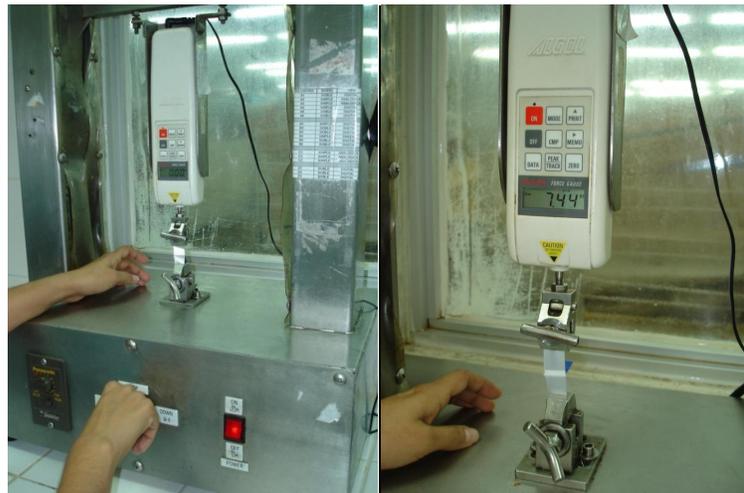


Fig. 2.9: Evaluación de resistencia a la tensión del sello

Observar la apariencia del sello al ser separado. En un sello apropiadamente formado, la capa interna de cada lado del envase esta fusionado o soldado completamente de tal manera que cuando el área de sello es separada, el sello no se pela o separa en su superficie original. En su lugar, ocurre delaminación de tal forma que el aluminio y parte de una capa del otro lado del envase se rompe y se adhiere al área de sello del otro lado del Pouch. El sello debe separarse uniformemente y aparecer rugoso y marmoleado (fig. 2.10).

Típica falla de sellos aceptables  
(con fusión)



Típica falla de sellos inaceptables  
(falta de fusión)



Fig. 2.10 Criterio de observación visual en la prueba de tensión de sello

### Prueba de aire residual

La cantidad de aire residual puede ser medido durante la evaluación del sello. La cantidad de aire residual permitido es un factor crítico establecido como parte de los procesos térmicos (generalmente el máximo es 10 cm<sup>3</sup>, pero varía). Aire residual en exceso puede ejercer presión excesiva sobre el sello durante la esterilización o resultar en un punto frío. Valores muy bajos de aire residual puede resultar en fracturas en los extremos de productos sólidos cuando el envase se recoge al enfriarse.

**Procedimiento:** Esta prueba se realiza al mantener el envase bajo el agua por debajo de un embudo fijado a un cilindro graduado lleno de agua. Una esquina del envase se corta bajo el embudo y el aire es expulsado. La cantidad de aire residual en el envase se mide al desplazar el agua en el cilindro (fig. 2.11)

La medida volumétrica de aire puede ser corregida a presión atmosférica por la ley de Boyle:

$$V_1 = \frac{(P_a - W_h) V_m}{P_a} \quad \text{Ecuación 2.10}$$

Donde:

$V_1$ = Volumen de aire a presión atmosférica (ml)

$P_a$ = Presión atmosférica (mm de mercurio)

$W_h$ = Presión del nivel de agua en el cilindro graduado (mm Hg)

$V_m$ = Volumen de aire medido (ml)

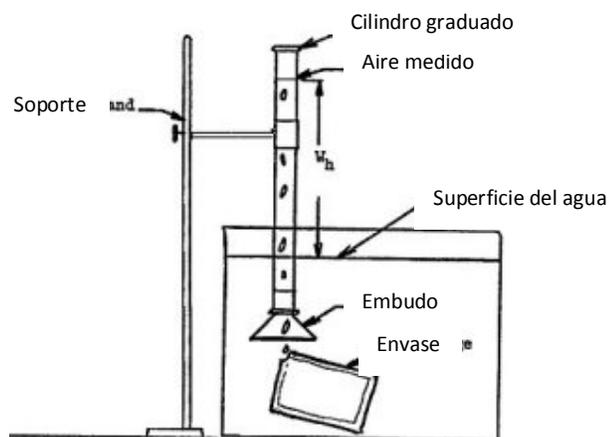


Fig. 2.11: Equipo de evaluación de aire residual

### **Evaluación de la calidad del producto**

Los alimentos marinos son conocidos por su alto contenido en importantes constituyentes para la nutrición en la dieta humana. Los pescados aportan proteínas, vitaminas del complejo B, minerales esenciales. Las especies de alto contenido graso como el atún, contienen ácidos grasos omega 3 que son esenciales para el desarrollo normal de los niños, y disminuyen el riesgo de enfermedades del corazón en adultos (INTA).

La esterilización por el calor produce reacciones intermoleculares que pueden comprometer la biodisponibilidad o modificar la estructura química de los nutrientes de los alimentos además de inactivación de enzimas. Como consecuencia del tratamiento térmico disminuye el contenido de muchos nutrientes, lo mismo que el número de microorganismos viables.

### **Determinación de Tiamina por HPLC**

La intensidad de degradación de las vitaminas durante un proceso térmico depende de la especie de pescado y de su contenido en grasa, así como de los parámetros de esterilización aplicados (Ojea, 1999). La vitamina B1 o tiamina, se destruye con relativa facilidad con el calor en medios no ácidos por lo cual ha sido motivo de estudios desde el punto de vista de la cinética de deterioro.

## Equipamiento

Empleando un Cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC) equipado con bomba L-6200A. Merck-Hitachi (Merck, Darmstadt, Germany), inyector Rheodyne 7725i con loop de 20  $\mu$ l, detector de fluorescencia F-1050 longitud de onda de excitación 360 nm y emisión 430 nm e integrador D-2500 ambos Merck- Hitachi. Columna  $\mu$ bonda pak C18 3.9 x 150 mm, 5  $\mu$ m (Waters, Milford, M.A.), fase móvil metanol: agua (35:65), flujo 0,95 ml/min.

## Preparación de las muestras

La tiamina se extrae por el método modificado de Valls y cols. (14). Tomando 10 g de muestra homogeneizada y se llevandola a matraces erlenmeyer de 250 ml. Se agrega 60 ml de HCl 0,1N, con agitación. Las muestras se autoclavan a 120°C por 30 min, luego se enfrían a temperatura ambiente y se ajusta el pH a 4,0-4,5 con acetato de sodio 2.5 M. Se agrega 10 ml de solución enzimática de diastasa (10% p/v) recientemente preparada, las muestras se incuban a 37°C por 4 h. Al precipitado de proteínas, se agrega 2 ml de ácido tricloroacético 50% (p/v) y se calienta a 90°C por 15 min. Los matraces se enfrían a temperatura ambiente y se llevan a 100 ml con agua MilliQ. Se filtra por papel Wattmann N°2 y los filtrados se refrigeran para ser utilizados al día siguiente.

Para oxidar la tiamina al derivado fluorescente, tiocromo, se agrega a 10 ml del extracto filtrado del día anterior 5ml de ferrocianuro de potasio al 1% en 15% NaOH. Se agita por 90 segundos y se deja reposar por 1 min, se agrega 1 ml de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentrado para minimizar la formación de tiamina bisulfito. El extracto oxidado se pasa a través de una columna Sep-Pak C18 (Waters, Milford, M.A.) activada previamente con 3 ml de metanol y 2 ml de agua. Las sustancias interferentes se remueven con 3 ml de solución 5% metanol/ 95% buffer fosfato 5mM a pH 7.0. La tiamina se eluye con 3 ml de metanol y se lleva a un volumen final de 5 ml con metanol, se filtra con filtro Millipore (0,22 $\mu$ m) y se inyectan 20  $\mu$ l de la solución al HPLC.

La cuantificación se realiza con una curva de calibración con solución estándar de tiamina (Merck Darmstadt, Germany) en un rango de concentración de 0,025 - 0,2  $\mu$ l/ml.

### **Determinación de microorganismos (M.O.) aerobios mesófilos, anaerobios mesófilos, anaerobios termófilos.**

La esterilidad comercial de los alimentos procesados térmicamente permite que los mismos se encuentren libres de microorganismos capaces de crecer bajo condiciones normales de distribución y almacenamiento sin refrigeración y de microorganismos viables (incluyendo esporas) de importancia para la salud.

El resultado de un análisis microbiológico de conservas brinda una información relevante que permite determinar si un producto fue sometido a un tratamiento térmico insuficiente o si sufrió una contaminación post-proceso:

**a) Procesamiento térmico insuficiente:** se evidencia por el aislamiento de cultivos puros de microorganismos esporoformadores resistentes al calentamiento, los cuales pueden tener implicancias en el ámbito de la salud, debido a la presencia potencial de *Clostridium botulinum* y sus toxinas.

**b) Contaminación post-proceso:** da como resultado la detección de una flora microbiana mixta compuesta por hongos, levaduras y bacterias aerobias (que presentan una pequeña o nula resistencia a los tratamientos térmicos), así como ocasionales microorganismos esporoformadores.

### **Investigación de microorganismos aerobios mesófilos en alimentos**

La cuantificación de este grupo microbiano permite estimar de forma general la carga microbiana presente en una muestra, si bien no aporta datos concretos sobre el tipo de especies predominantes. No obstante, su conocimiento siempre es interesante, ya que su valor es reflejo de la calidad sanitaria y, adicionalmente, suele proporcionar información con respecto a la existencia de prácticas incorrectas, tales como vertidos o manipulación inadecuada.

### **Recuento por siembra en agar**

#### **Material**

- Tubos de ensayo 16x160mm con solución salina.
- Pipetas estériles de 1ml.
- Estufa de cultivo.
- Placas petri.
- Tubos con Agar PCA (Plate Count Agar)

**Procedimiento:****Detección y Recuento**

- Preparar diluciones decimales seriadas del alimento (10-1 a 10-4).
- Sembrar 1 ml de las dos últimas diluciones en placas petri vacías.
- Verter el Agar PCA sobre las placas y homogeneizar con la muestra.
- Incubar a 37°C durante 24 y 48 horas.
- Realizar lecturas a las 24 y 48 horas.

**Lectura:**

- Contar las placas cuyo número de colonias esté comprendido entre 30 y 300.
- Multiplicar por el factor de dilución y el volumen inoculado.
- Expresar el resultado en UFC/g de alimento.

**Esterilidad comercial**

Para evaluar la esterilidad comercial del producto, a partir de conservas tratadas térmicamente, se incuban 5 unidades a 35°C por 10 días y 3 unidades a 55°C por 5 días. Se siembran las muestras por el método de ensayo de mesófilos y termófilos aerobios y anaerobios de la FDA - BAM, utilizando como medios Caldo dextrosa púrpura de bromocresol (DPB) y Caldo hígado triturado. Se incuban 3 unidades durante 14 días a 35°C (mesófilos) y 3 unidades durante 7 días a 55 °C (termófilos). La incubación se realiza en un ambiente de contaminación controlada. Luego de la incubación se observa el desarrollo de microorganismo por presencia de turbidez y cambio de color de los caldos.

**Diseño de experimento y análisis estadístico**

Las pruebas se diseñaron empleando el modelo factorial 2<sup>2</sup> de dos factores y dos niveles.

Los datos estadísticos se evaluaron empleando el programa Statgraphics Centurion version XVI.I.

Los resultados de cada uno de los ensayos fueron evaluados para determinar si existen diferencias significativas atribuibles a los tratamientos. La validez de los datos se comprobó realizando análisis de su distribución y considerando un error

relativo inferior al 10%. Con la prueba de comparación múltiple se verificó la desviación de las medias la superposición de sus colas.

Debido a que los programas computarizados actuales arrojan el p-valor automáticamente, el grado de confianza no es un valor asignado sino más bien un dato propio del experimento en cada evaluación. De todas formas se acostumbra a indicar al inicio de la experimentación el nivel de confianza. En este trabajo se esperó que sea del 95%.

El diseño experimental, variables y evaluación de los datos se explicaran con mayor detalle en el siguiente capítulo.

## Tipos de autoclave

### Autoclave de espray con sobre presión

Se trabajó con un autoclave modelo KM Grand Pack de espray de agua con capacidad para 6 carros de producto por carga. Este equipo emplea como medio de calentamiento vapor y agua caliente con aire como medio de sobrepresión. Durante el calentamiento, las bombas de circulación toman el agua de proceso de la base del autoclave y la redistribuyen por medio de 9 líneas de distribución interna, cada línea tiene 26 boquillas tipo espray.

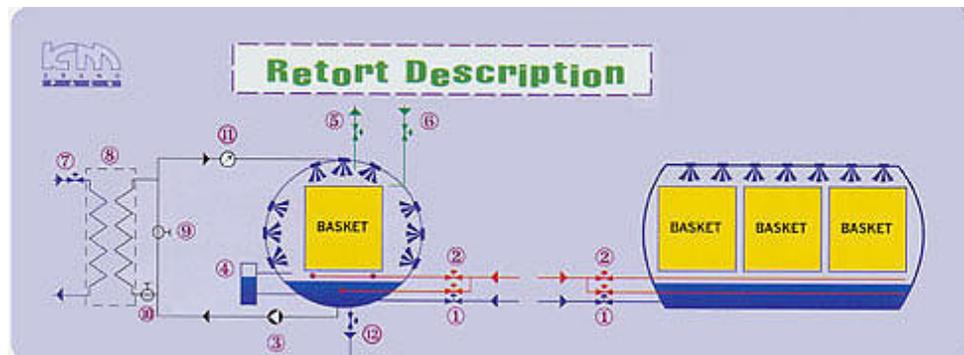


Fig. 2.12: Esquema del autoclave con sobrepresión por espray de agua

Las boquillas crean una mezcla intensa del medio de procesamiento, esto es el agua de proceso calentada con el vapor y el aire dentro de la retorta. Esta mezcla turbulenta es la que crea un calentamiento y enfriamiento equilibrado. Dos

distribuidores de vapor montados en la base del equipo calientan el agua. El autoclave es controlado por un sistema de control Allen-Bradley MicroLogix.



Fig. 2.13: Autoclave modelo KM Grand pack por espray de agua con sobrepresión

#### **Autoclave de vapor saturado**

Se trabajo en un autoclave horizontal de modelo y marca desconocido construido de acero al carbón con capacidad de 6 canastas. El equipo suministra vapor a través de una tubería ubicada en la base del autoclave con dos filas de agujeros ubicados ligeramente hacia los lados. El autoclave cuenta con 5 válvulas de venteo de 2.5 cm conectadas a un manifold externo de 7.6 cm sobre el equipo. La distancia entre las válvulas es de aproximadamente 1.5 m, con la primera aproximadamente a 35 cm de la puerta de carga y la ultima a 10 cm de la puerta de descarga.



Fig. 2.14: Autoclave de vapor saturado

## **Análisis de Resultados**

Una vez culminada las pruebas se realizara el análisis estadístico para comprobar la validez de la hipótesis. Posteriormente se evaluara mediante un balance térmico general la energía empleada por cada equipo y en función de ello los índices de consumo. Para luego mediante análisis de costo determinar la factibilidad económica de emplear un autoclave de vapor saturado para procesar producto de baja acidez en envases flexibles tipo Pouch.

## CAPÍTULO 3

### 3. PRUEBAS EXPERIMENTALES

#### 3.1 Diseño del experimento para determinar pérdidas de parámetros de calidad

Para el estudio del efecto de los diferentes tratamientos de esterilización sobre los parámetros de calidad en el atún empacado en envases flexibles se realizaron pruebas las cuales fueron determinadas mediante un diseño experimental que facilite la ejecución de las mismas. El diseño del experimento consistió en la determinación de:

- Las variables que pueden intervenir en el proceso de degradación de la Calidad del producto o envase.
- El número de corridas experimentales que se van a realizar,
- Los métodos que se van a utilizar,
- Los materiales necesarios.

La hipótesis formulada para el diseño de experimentos permite definir el objetivo específico, el cual es evaluar la influencia del tratamiento de esterilización con vapor saturado en la integridad del envase flexible tipo Pouch. Para ello se tomo como hipótesis nula:

**H<sub>0</sub>:** No existe influencia significativa en la aplicación de una esterilización con vapor saturado sobre la integridad del envase flexible y calidad del producto empacado en empaque tipo Pouch y procesado en retortas convencionales.

Y como hipótesis alternativa:

**H<sub>1</sub>:** Existe al menos una influencia significativa en la integridad del envase y calidad del producto empacado en envase flexible tipo Pouch y procesado en retortas convencionales.

##### 3.1.1 Variables y Niveles para pruebas experimentales

Considerando el problema planteado se realizo un diseño multifactorial 2<sup>2</sup> con replica en el punto central con la finalidad de evaluar el efecto de los factores: tipo de esterilización y temperatura de proceso empleando dos niveles:

- Tipo de esterilización:
  - proceso en spray de agua con sobre presión
  - Proceso en vapor saturado
- Temperatura:
  - 114.4 °C (238 °F) y
  - 116.6 °C (242 °F)

Considerando como variables de respuesta:

- las características nutricionales,
- características microbiológicas del producto
- la integridad del envase

Analizándolas mediante evaluaciones de contenido de Tiamina, estabilidad microbiológica, resistencia a la tensión y resistencia a la explosión.

Como variable de respuesta para el análisis estadístico del efecto de los diferentes procesos sobre la integridad del envase se empleo los resultados de resistencia a la tensión del envase evaluando en el sello elaborado por la empresa de acuerdo al procedimiento establecido y explicado en el capítulo anterior.

Adicionalmente como variables fijas se definieron:

- Especie de atún: Albacora (*Thunnus alalunga*)
- Formulación: en agua, con proteína vegetal al 6%
- Peso: 181 g por empaque
- Sellado normal: con vacío

Tabla 3.1: Parámetros de sellado de empaques

<b>Parámetro</b>	<b>Tiempo (seg.)</b>
Vacío	6
Sellado	3
Enfriamiento	5

Fuente: AM Costa (2011)

### 3.1.2 Determinación de corridas experimentales

Una vez planteadas las variables y factores a evaluar se plantea la Matriz de las pruebas experimentales.

Tabla 3.2: Diseño de experimento

<b>Variables</b>	<b>Niveles</b>	
Tipo de Esterilización	Vapor Saturado	Espray con sobrepresión
Temperatura de proceso (°C)	114.4	116.6

Fuente: AM. Costa (2011)

Se trabajo con una codificación ortogonal para obtener coeficientes independientes en los modelos

Las combinaciones se presentan en la tabla 3.2 donde además se da un código a cada ensayo a fin de poder identificar rápidamente las muestras. Todos los ensayos se realizarán al menos por triplicado.

Tabla 3.3: Corridas experimentales

<b>Numero de corrida</b>	<b>Tipo de esterilización codificada</b>	<b>Temperatura de proceso codificada</b>	<b>Código</b>
1	1	1	E1
2	1	-1	E2
3	-1	1	V1
4	-1	-1	V2

Fuente: AM. Costa (2011)

El procedimiento consiste en:

- Cortar los lomos en trozos uniformes de aproximadamente 4 cm
- Preparar la formulación estándar del producto
  - 80% de atún
  - 20% Solución de caldo vegetal al 6%
- Llenar los envases con el peso establecido
- Sellarlos empleando las selladoras con cámara de vacío.
- Aplicar el tratamiento correspondiente de acuerdo al diseño de experimento

### 3.2 Caracterización del atún tipo albacora empacado en envase flexible esterilizado en autoclave de spray de agua con sobrepresión

El objetivo de estas pruebas es evaluar el efecto del tratamiento en autoclave a spray de agua con sobrepresión sobre la calidad del empaque y del producto. De acuerdo a lo indicado anteriormente se evaluó la integridad del envase y la calidad del producto en cada variable considerando:

- Integridad del envase:
  - Pruebas de resistencia
  - Prueba de tensión
- Calidad del producto
  - Pruebas de contenido de tiamina
  - Evaluación microbiológica

Además de monitorear las diferentes etapas del proceso de esterilización con el fin de asegurar su esterilidad comercial. A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas y su respectivo análisis.

#### 3.2.1 Pruebas al empaque: Resistencia, Tensión

##### Prueba de resistencia.-

##### Resultados y análisis estadístico.-

La prueba de resistencia en un envase flexible tipo Pouch es en la actualidad la prueba más recomendada por las agencias reguladoras de EEUU por considerarla que pone a prueba todos los extremos del envase. Por tratarse de una prueba de tipo cualitativo “pasa o no pasa” los resultados no se evalúan estadísticamente.

Tabla 3.4: Resultados de la prueba de resistencia con esterilización con sobrepresión

Prueba de resistencia		
Muestra	Temperatura	BST
1	114.4	OK
2	114.4	OK
3	114.4	OK
4	114.4	OK
5	114.4	OK

6	116.6	OK
7	116.6	OK
8	116.6	OK
9	116.6	OK
10	116.6	OK

Fuente: AM. Costa (2011)

○ **Prueba de tensión.-**

De acuerdo a lo explicado en el capítulo anterior, la prueba de tensión busca medir la fuerza necesaria para separar los extremos del sello. Como estándar del fabricante y parámetro de control se recomienda una fuerza superior a los 6 Kg<sub>f</sub> luego del proceso de esterilización para asegurar que el empaque va a resistir el proceso de transporte y distribución sin verse afectada su integridad.

Tabla 3.5: Resultados de la prueba de tensión con esterilización con sobrepresión

Muestra	Temperatura de retorta	S1	S2	S3
1	114.4	8.37	7.67	9.26
2	114.4	7.76	7.20	8.03
3	114.4	7.30	8.36	7.92
4	114.4	8.88	8.27	10.23
5	114.4	8.17	8.72	6.77
6	114.4	7.31	6.40	7.53
7	114.4	8.03	7.25	9.22
8	114.4	8.07	7.59	7.60
9	114.4	9.44	6.63	8.07
10	114.4	7.66	7.51	7.18
11	114.4	7.50	8.53	7.72
12	114.4	7.94	7.46	7.66
13	114.4	7.40	9.63	7.99
14	114.4	7.40	7.88	8.02
15	114.4	8.09	7.37	7.69
16	114.4	7.29	7.49	7.91
17	114.4	8.03	8.04	7.74
18	114.4	7.72	6.42	6.89
1	116.6	7.02	6.01	8.37
2	116.6	7.11	6.27	7.35

3	116.6	7.16	6.16	7.74
4	116.6	7.15	6.40	8.39
5	116.6	7.32	6.83	8.60
6	116.6	6.93	6.19	7.14
7	116.6	7.67	6.31	8.25
8	116.6	9.11	9.31	7.93
9	116.6	9.17	7.64	8.04
10	116.6	7.34	6.63	7.70
11	116.6	6.98	6.73	8.58
12	116.6	7.85	7.27	8.23
13	116.6	7.21	6.57	7.38
14	116.6	7.63	7.14	7.51
15	116.6	8.90	6.37	8.15
16	116.6	7.16	7.07	8.13
17	116.6	7.56	7.28	6.94
18	116.6	6.38	6.67	8.67

Fuente: AM. Costa (2011)

Evaluando estadísticamente los resultados de la prueba de resistencia a la tensión se observan los siguientes resultados:

Tabla 3.6: Resumen Estadístico para evaluación de resistencia en E1 (Tratamiento con sobrepresión a 114.4°C)

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
S1 E1	18	7.90889	0.57264	7.24046%	7.29	9.44	2.15
S2 E1	18	7.69	0.824136	10.717%	6.4	9.63	3.23
S3 E1	18	7.96833	0.847406	10.6347%	6.77	10.23	3.46
Total	54	7.85574	0.753634	9.59342%	6.4	10.23	3.83

Tabla 3.7: Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T 114.4°C en tratamiento con sobrepresión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.773493	2	0.386746	0.67	0.5149
Intra grupos	29.3286	51	0.575071		
Total (Corr.)	30.1021	53			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, se determina que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 3.8: Resumen Estadístico para evaluación de resistencia en E2 (Tratamiento con sobrepresión a 116.6 °C)

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
S1 E2	18	7.53611	0.775258	10.2872%	6.38	9.17	2.79
S2 E2	18	6.825	0.767366	11.2435%	6.01	9.31	3.3
S3 E2	18	7.95	0.52122	6.55623%	6.94	8.67	1.73
Total	54	7.43704	0.829889	11.1589%	6.01	9.31	3.3

Tabla 3.9: Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T 116.6 °C en tratamiento con sobrepresión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	11.6556	2	5.82782	11.96	0.0001
Intra grupos	24.8463	51	0.487182		
Total (Corr.)	36.5019	53			

Fuente: AM. Costa (2011)

En vista que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, se establece que si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

### 3.2.2 Pruebas al producto: Contenido de Tiamina, Carga microbiana

Debido a su termolabilidad, esta vitamina se ha considerado como un índice de destrucción de nutrientes en procesos térmicos. A continuación se indican los resultados obtenidos entre los diferentes tratamientos con sobrepresión.

Tabla 3.10: Contenido de tiamina en muestras de Albacora con esterilización con sobrepresión

Muestra	Temperatura de tratamiento	Tiamina (mg/100 g muestra)
1	114.4°C	0.081
2	114.4°C	0.075
3	114.4°C	0.079
1	116.6°C	0.096
2	116.6°C	0.090
3	116.6°C	0.092

Fuente: AM. Costa (2011)

En la valoración microbiológica se analizaron microorganismos mesófilos y termófilos tanto aerobios como anaerobios como método de evaluación de la esterilidad comercial del producto.

Tabla 3.11: Análisis microbiológico en pouches de Albacora con esterilización con sobrepresión

Muestra	Tamaño de muestra	Microorganismos mesófilos aerobios y anaerobios	Microorganismos termófilos aerobios y anaerobios
E1 (Tr: 114.4°C)	3	Negativo	Negativo
E2 (Tr: 116.6°C)	3	Negativo	Negativo

Tr: temperatura de proceso

Fuente: AM. Costa (2011)

### 3.2.3 Parámetros de proceso de esterilización

Para la determinación de los parámetros de esterilización se trabajó con los datos recopilados por medio de las termocuplas durante los diferentes tratamientos de esterilización, tomando en el respectivo tratamiento la termocupla más lenta (ver Anexo 2) ya que representa el peor escenario en el proceso de calentamiento del producto, se procede a calcular la letalidad alcanzada en el producto para determinar si las condiciones de

proceso son las adecuadas. A continuación se realizara el cálculo del tiempo de proceso empleando el método de la formula o método de Ball para los dos niveles de temperatura empleados en la esterilización con sobrepresión. Actualmente, la FDA exige que los tratamientos térmicos aplicados en conservas de pescados deben tener un valor de  $F_0$  superior a 4 minutos y en conservas de mariscos superior a 5 minutos, como valor declarado y verificado por la autoridad acreditada en tratamientos térmicos (QTECH, 2004).

Considerando que el valor de  $(F_0)_{requerido}$  mínimo es 3.0 considerando al *Cl. botulinum* como microorganismo indicador para garantizar el cumplimiento de la Esterilidad Comercial (PFLUG, 1987b) y que el factor de seguridad de los tratamientos térmicos aplicados es del 50% (Letalidad = 2,0) se ha considerado aplicar un  $F_0 = 6$  min para productos en Pouch debido a posibles desviaciones de proceso, como un retardo en el tiempo de elevación (CUT) programado y una posible oscilación de la temperatura de esterilización durante el proceso, variaciones en el peso neto debido al tipo de llenado manual, entre otros.

## **Cálculo de procesos térmicos. Método de fórmula**

### **Esterilización con sobrepresión**

Determinación de parámetros de esterilización.- Para poder determinar los tiempos de proceso por el Método de la formula se deben usar parámetros que se obtienen de las graficas de calentamiento y enfriamiento.

Las curvas se linealizan, con la intención de obtener una ecuación que vincule la mayor cantidad de datos graficados y por medio de la cual, el inverso de su pendiente nos dará un parámetro de respuesta a la temperatura llamado fh, el cual describe la velocidad de penetración de calor en el recipiente y en su contenido durante el calentamiento.

En las siguientes gráficas se puede observar la curva de calentamiento del producto, de aquí se obtendrán los valores: jh, fh , lh, y jlh; además

nos indica que el mecanismo de transferencia de calor es conductivo; ya que se puede visualizar una curva simple en la gráfica.

A continuación se indican los diferentes parámetros de esterilización obtenidos de las respectivas curvas de calentamiento y enfriamiento.

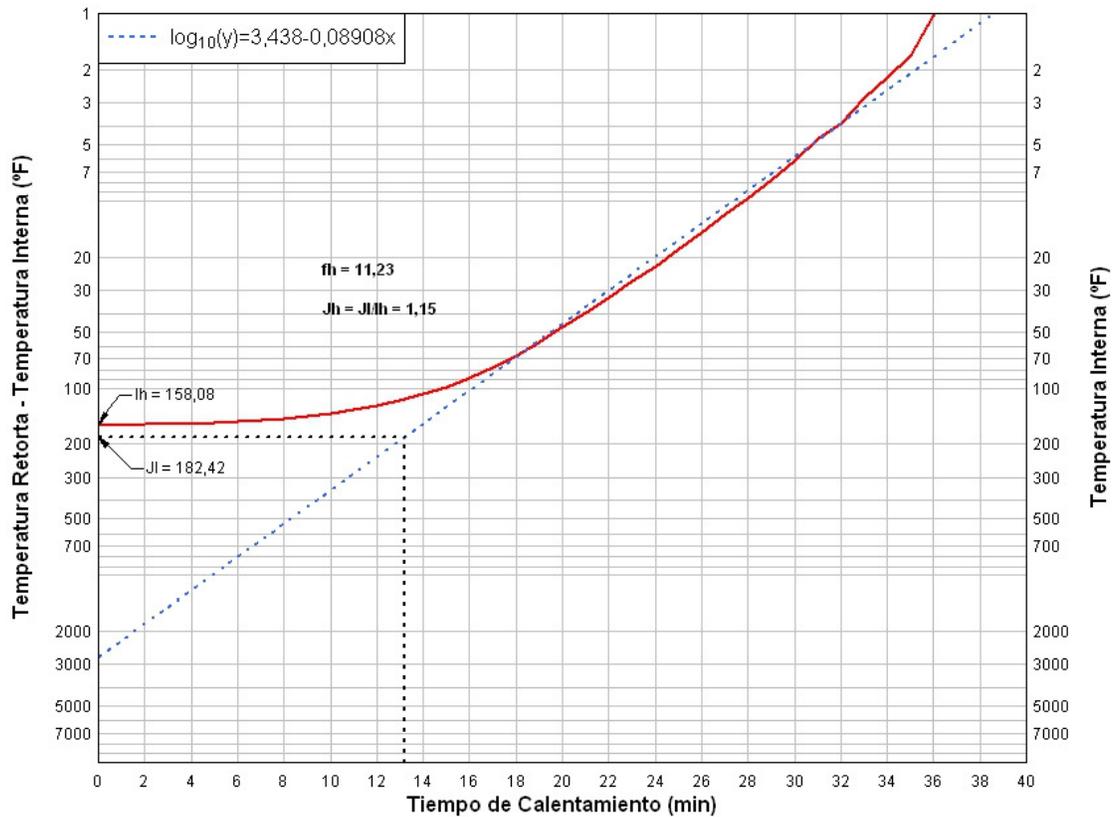


Fig. 3.1 Curva de calentamiento para tratamiento con sobrepresión a 242°F (116.6°C)

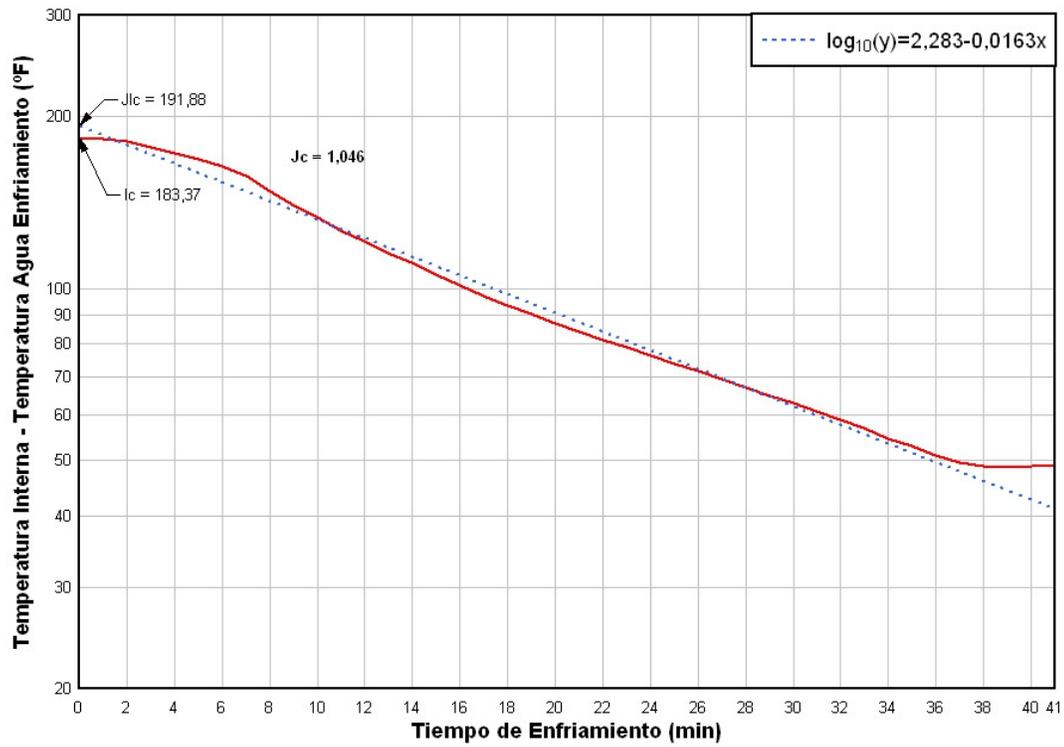


Fig. 3.2 Curva de enfriamiento para tratamiento con sobrepresión a 242°F (116.6°C)

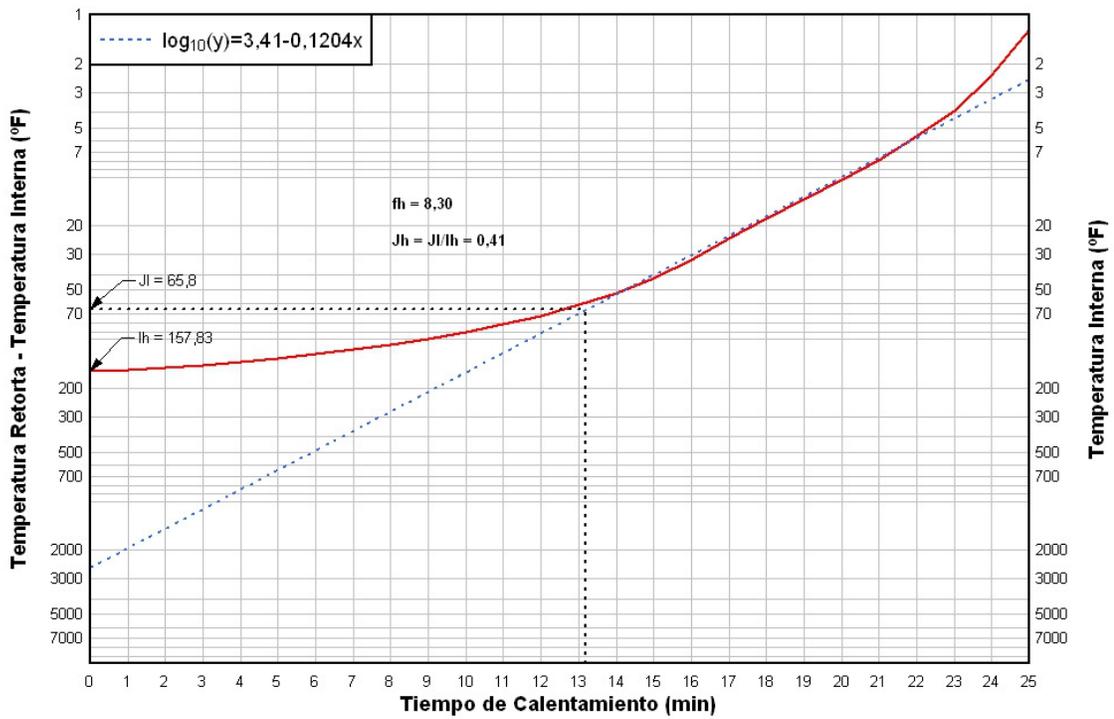


Fig. 3.3 Curva de calentamiento para tratamiento con sobrepresión a 238°F (114.4°C)

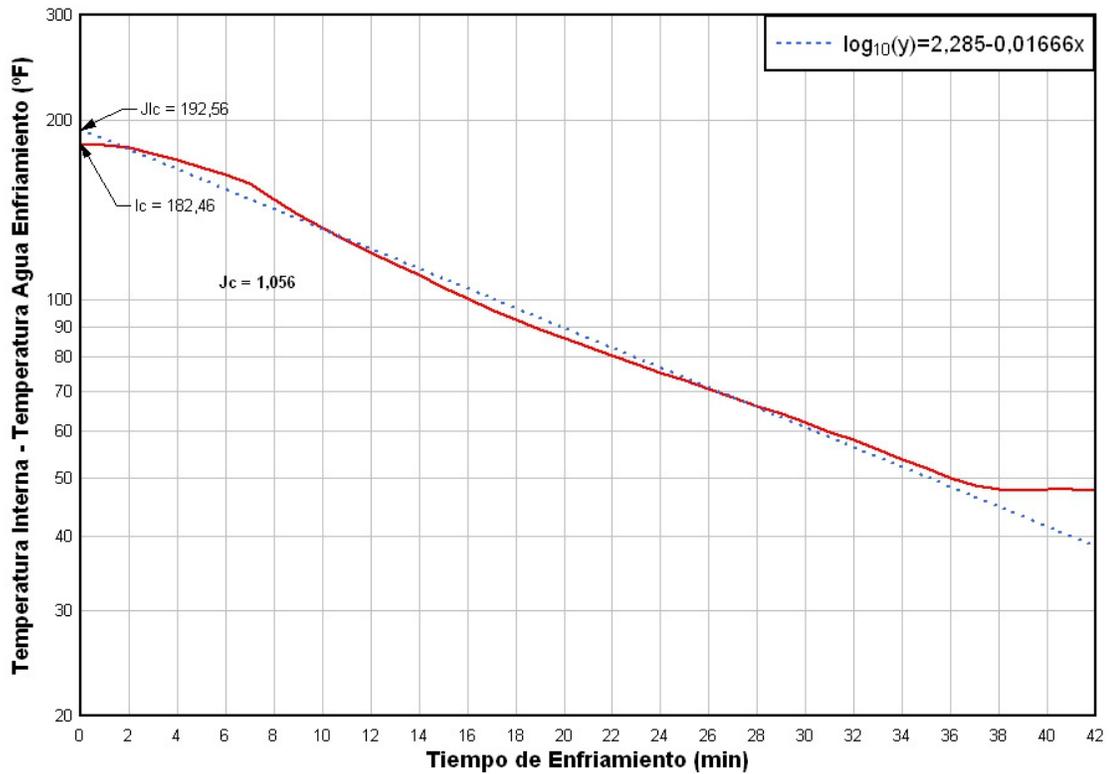


Fig. 3.4 Curva de enfriamiento para tratamiento con sobrepresión a 238 °F (114.4 °C)

Tabla 3.12: Parámetros de proceso obtenidos de las curvas de calentamiento y enfriamiento en tratamiento con sobrepresión

Parámetro	Unidades	Valor/Tratamiento	
		242 °F	238 °F
$f_h$	min	11.23	8.30
$J_h$	°F	1.15	0.41
$j_{lh}$	°F	182.42	65.8
$l_h$	°F	158.08	157.83
$J_c$	°F	1.046	1.056
$Jj_{lc}$	°F	191.88	192.56
$l_c$	°F	183.37	182.46

Fuente: A.M. Costa (2011)

### Cálculos de tiempo de proceso

Datos generales:

Z= 18 °F.

**Tref= 250°F.**

**F<sub>0</sub>=6**

La literatura indica que el F<sub>0</sub> para atún en conserva es 4 sin embargo debido a las características propias del envase flexible que lo hacen más sensible además de la alta variabilidad que normalmente ocurre en un proceso industrializado se trabajara con un F<sub>0</sub> de 6.

Con los datos generales y los obtenidos en la tabla 12 y el anexo A, procederemos a calcular los tiempos de proceso la albacora en pouch.

**Esterilización con sobrepresión a 242°F**

**Calculo Ug:**

Fi para 116.6°C

$$F_i = 10(T_{ref}-T)/z$$

$$F_i = 10(250-242)/18)$$

**Fi= 2.78 minutos.**

$$U_g = F_0 * F_i$$

$$U_g = 6 * 2.78 = 16.69 \text{ minutos.}$$

**Ug= 16.69 minutos.**

**Calculo el factor fh/U:**

$$f_h/U = 11.23/16.69$$

**fh/U= 0.67**

**Por interpolación se determina el valor g para el fh/U hallado.**

fh/U	g
0.6	1.09 <sup>-01</sup>
0.67	g?
0.7	0.189

$$(X_2 - X_1) / (X' - X_1) = (Y_2 - Y_1) / (g? - Y_1)$$

$$(0.7 - 0.6) / (0.67 - 0.6) = (0.189 - 1.09^{-01}) / (g? - 1.09^{-01})$$

**g= 0.165**

**Calculo del tiempo de proceso:**

$$B_b = f_h [\log(jh * l) - \log(g)]$$

$$B_b = 11.23 [\log(1.15 * 158.08) - \log(0.165)]$$

**Bb= 34.16 minutos.**

$$B_b = t_r + 0.42 t_{cut}$$

$$t_r = 34.16 + 0.42 (22) = 43.40 \text{ minutos.}$$

**Esterilización con sobrepresión a 238 °F****Calculo Ug:**

Fi para 114.4°C

$$F_i = 10(T_{ref}-T)/z$$

$$F_i = 10(250-238)/18)$$

**Fi= 4.64 minutos**

$$U_g = F_0 * F_i$$

$$U_g = 6 * 4.64 = 27.84 \text{ minutos.}$$

**Ug= 27.84 minutos.**

**Calculo el factor fh/U:**

$$f_h/U = 8.3/27.84$$

**fh/U= 0.29**

**Por interpolación se determina el valor g para el fh/U hallado.**

fh/U	g
0.2	5.09 <sup>-05</sup>
0.29	g?
0.3	2.40 <sup>-03</sup>

$$(X_2 - X_1) / (X' - X_1) = (Y_2 - Y_1) / (g? - Y_1)$$

$$(0.3 - 0.2) / (0.29 - 0.2) = (2.40^{-03} - 5.09^{-05}) / (g? - 5.09^{-05})$$

$$g = 2.1^{-03}$$

**Calculo del tiempo de proceso:**

$$B_b = f_h [\log(jh * l) - \log(g)]$$

$$B_b = 8.3 [\log(0.41 * 157.83) - \log(2.1^{-03})]$$

**Bb= 37.25 minutos.**

$$B_b = t_r + 0.42 t_{cut}$$

$$t_r = 37.25 + 0.42 (22) = 46.49 \text{ minutos.}$$

**3.3 Aplicación del tratamiento de esterilización con vapor saturado**

El producto con la misma formulación, peso de pescado, tipo de sello y empaque fue sometido a esterilización con vapor saturado. Se aplicaron dos tratamientos: a 238 °F (114.4 °C) y a 242 °F (116.6 °C).

El proceso fue monitoreado de forma continua empleando un sistema de termocuplas conectadas a un registrador para posteriormente determinar el tiempo de proceso requerido para asegurar un producto con esterilidad comercial.

### 3.4 Caracterización del atún tipo albacora empacado en envase flexible esterilizado en autoclave de vapor saturado

Con el fin de comparar los diferentes tratamientos y su efecto sobre la integridad del envase y calidad de producto se evaluaron los mismos parámetros planteados para la esterilización con sobrepresión, a continuación se detallan los resultados obtenidos.

#### 3.4.1 Pruebas al empaque: Resistencia, Tensión

##### Resultados y análisis estadístico.-

##### ○ Prueba de resistencia.-

Al igual que lo mencionado anteriormente esta prueba es considerada por la FDA como la más apropiada para evaluar la resistencia de los sellos en todo el envase. A continuación se detallan los resultados obtenidos.

Tabla 3.13: Resultados de la prueba de resistencia con esterilización con vapor saturado

Prueba de resistencia		
Muestra	Temperatura	BST
1	114.4	OK
2	114.4	OK
3	114.4	OK
4	114.4	OK
5	114.4	OK
1	116.6	OK
2	116.6	OK
3	116.6	OK
4	116.6	OK
5	116.6	OK

Fuente: AM. Costa (2011)

○ **Prueba de tensión.-**

Tabla 3.14: Resultados de la prueba de tensión con esterilización con vapor saturado

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura de Retorta °C</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
1	114.4	7.00	6.52	9.28
2	114.4	7.66	7.33	9.02
3	114.4	10.35	6.00	7.88
4	114.4	7.39	6.21	7.99
5	114.4	8.36	6.63	9.62
6	114.4	7.50	6.91	8.86
7	114.4	8.75	6.18	8.94
8	114.4	9.04	7.25	6.92
9	114.4	7.89	7.78	8.20
10	114.4	7.43	7.48	7.82
11	114.4	8.26	6.85	8.15
12	114.4	8.49	7.13	7.72
13	114.4	7.90	7.43	8.58
14	114.4	6.90	7.38	6.43
15	114.4	7.22	6.99	7.66
16	114.4	7.37	7.62	8.96
17	114.4	6.87	6.29	8.79
18	114.4	8.60	6.03	8.60
1	116.6	6.84	6.24	7.76
2	116.6	7.65	8.84	8.91
3	116.6	8.02	8.44	8.85
4	116.6	8.17	7.00	8.04
5	116.6	8.12	6.09	7.38
6	116.6	6.55	6.01	6.53
7	116.6	7.57	8.03	8.14
8	116.6	7.00	7.00	8.34
9	116.6	7.15	6.10	7.53
10	116.6	7.33	8.03	7.94

11	116.6	7.65	7.01	9.19
12	116.6	6.70	8.35	8.51
13	116.6	6.84	7.36	7.42
14	116.6	6.83	7.18	7.96
15	116.6	6.96	6.56	8.91
16	116.6	7.51	6.98	7.22
17	116.6	7.16	7.18	8.05
18	116.6	6.70	6.56	8.33

Fuente: A.M. Costa (2011)

Tabla 3.15: Resumen Estadístico para evaluación de resistencia en V1 (Tratamiento con vapor saturado a 114.4°C)

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
S1 V1	18	7.94333	0.890572	11.2116%	6.87	10.35	3.48
S2 V1	18	6.88944	0.577026	8.3755%	6.0	7.78	1.78
S3 V1	18	8.30111	0.821447	9.89563%	6.43	9.62	3.19
Total	54	7.7113	0.971319	12.5961%	6.0	10.35	4.35

Tabla 3.16: Análisis de varianza para evaluación de resistencia a °T 114.4°C en tratamiento con vapor saturado

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	19.3889	2	9.69447	16.15	0.0000
Intra grupos	30.6145	51	0.600284		
Total (Corr.)	50.0034	53			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 3.17: Resumen Estadístico para evaluación de resistencia en V2 (Tratamiento con vapor saturado a 116.6°C)

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Coefficiente de Variación</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Rango</i>
S1 V2	18	7.26389	0.512286	7.0525%	6.55	8.17	1.62
S2 V2	18	7.16444	0.864143	12.0616%	6.01	8.84	2.83
S3 V2	18	8.05611	0.686861	8.52596%	6.53	9.19	2.66
Total	54	7.49481	0.79825	10.6507%	6.01	9.19	3.18

Tabla 3.18: Análisis de varianza para evaluación de resistencia a  $^{\circ}\text{T}$  116.6 $^{\circ}\text{C}$  en tratamiento con vapor saturado

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	8.59545	2	4.29772	8.71	0.0006
Intra grupos	25.1763	51	0.493653		
Total (Corr.)	33.7717	53			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

### 3.4.2 Pruebas al producto: Contenido de Tiamina, Carga microbiana

Tabla 3.19: Contenido de tiamina en muestras de Albacora con esterilización con vapor saturado

<b>Muestra</b>	<b>Temperatura de tratamiento</b>	<b>Tiamina (mg/100 g muestra)</b>
1	114.4 $^{\circ}\text{C}$	0.054
2	114.4 $^{\circ}\text{C}$	0.060
3	114.4 $^{\circ}\text{C}$	0.066
1	116.6 $^{\circ}\text{C}$	0.045
2	116.6 $^{\circ}\text{C}$	0.043
3	116.6 $^{\circ}\text{C}$	0.052

Tr: temperatura de proceso

Tabla 3.20: Análisis microbiológico en pouches de Albacora con esterilización con vapor saturado

<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Microorganismos mesófilos aerobios y anaerobios</b>	<b>Microorganismos termófilos aerobios y anaerobios</b>
V1 (Tr: 114.4 $^{\circ}\text{C}$ )	3	Negativo	Negativo
V2 (Tr: 116.6 $^{\circ}\text{C}$ )	3	Negativo	Negativo

### 3.4.3 Parámetros de proceso de esterilización

En base a los datos recolectados con las termocuplas se procedió a determinar el tiempo de proceso a las dos temperaturas evaluadas, a continuación se indican los resultados.

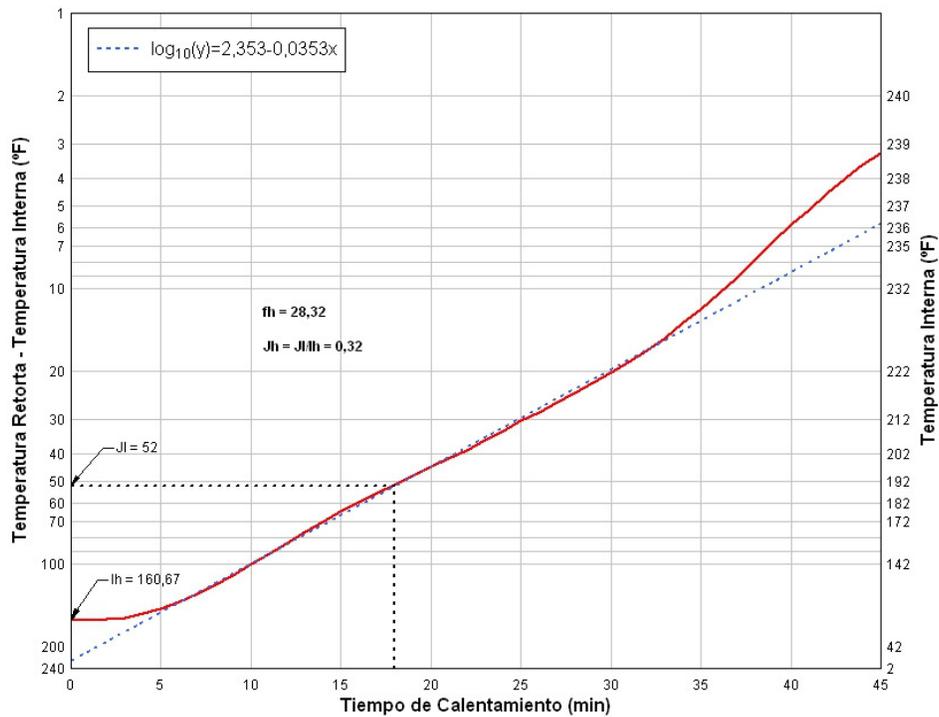


Fig. 3.5 Curvas de calentamiento para tratamiento con vapor saturado a 242°F (116.6°C)

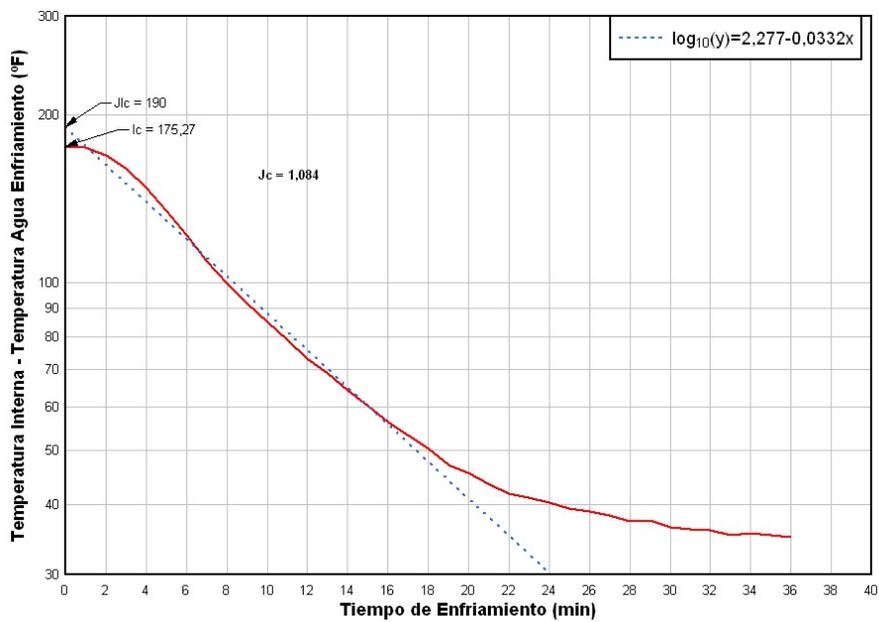


Fig. 3.6 Curvas de enfriamiento para tratamiento con vapor saturado a 242°F (116.6°C)

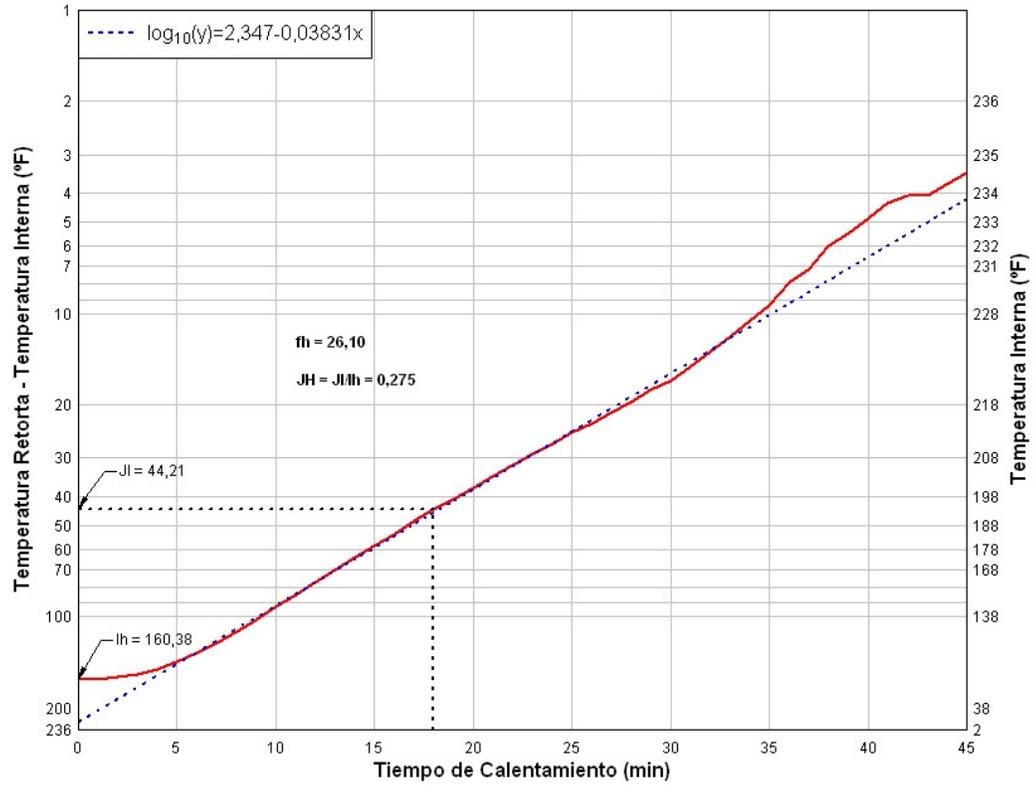


Fig. 3.7 Curvas de calentamiento para tratamiento con vapor saturado a 238°F (114.4°C)

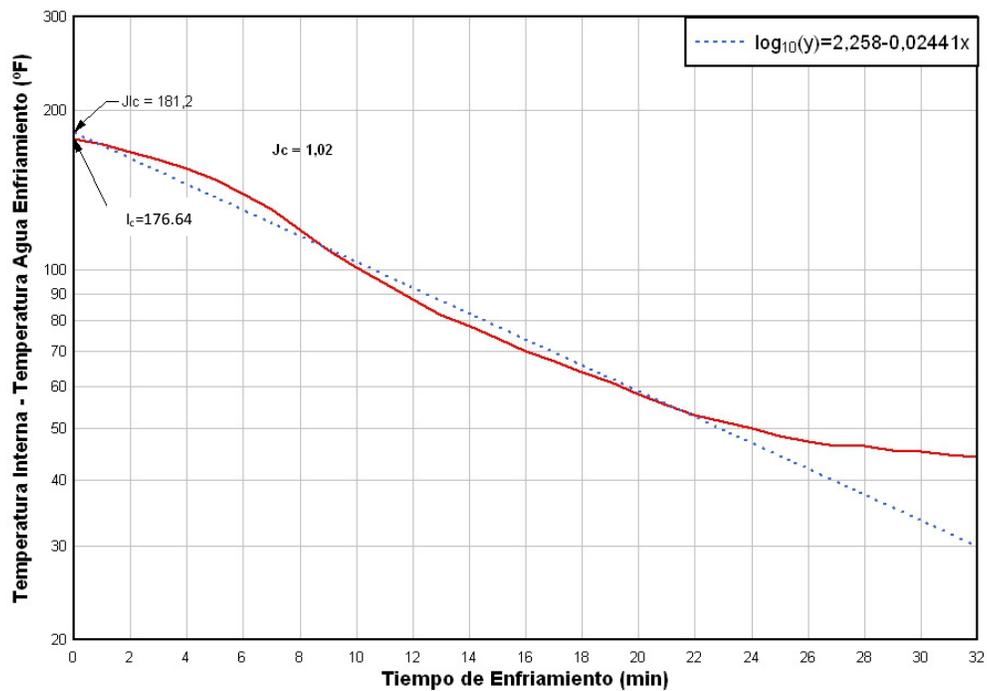


Fig. 3.8 Curvas de enfriamiento para tratamiento con vapor saturado a 238°F (114.4°C)



Fig. 3.9 Albacora en empaque flexible con termocuplas para proceso con vapor saturado

Tabla 3.21: Parámetros de proceso obtenidos de las curvas de Calentamiento y enfriamiento en tratamiento con vapor saturado

Parámetro	Unidades	Valor/Tratamiento	
		242 °F	238 °F
$f_h$	min	28.32	26.10
$J_h$	°F	0.32	0.275
$j_lh$	°F	52	44.21
$l_h$	°F	160.67	160.38
$J_c$	°F	1.084	1.02
$J_l c$	°F	190	181.2
$l_c$	°F	175.27	176.64

Fuente: A.M. Costa (2011)

### Esterilización con vapor saturado a 242 °F

#### Calculo $U_g$ :

$F_i$  para 116.6°C

$$F_i = 10(T_{ref}-T)/z$$

$$F_i = 10(250-242/18)$$

**$F_i = 2.78$  minutos.**

$$U_g = F_0 * F_i$$

$$U_g = 6 * 2.78 = 16.68 \text{ minutos.}$$

**$U_g = 16.69$  minutos.**

#### Calculo el factor $f_h/U$ :

$$f_h/U = 30/16.68$$

$$fh/U = 1.79$$

Por interpolación se determina el valor g para el fh/U hallado.

fh/U	g
1.0	0.523
1.79	g?
2.0	1.93

$$(X_2 - X_1) / (X' - X_1) = (Y_2 - Y_1) / (g? - Y_1)$$

$$(2.0 - 1.0) / (1.79 - 1.0) = (1.93 - 0.523) / (g? - 0.523)$$

$$g = 1.6345$$

**Calculo del tiempo de proceso:**

$$B_b = fh [\log(jh \cdot l) - \log(g)]$$

$$B_b = 28.32 [\log(0.32 \cdot 160.67) - \log(1.6345)]$$

$$B_b = 42.41 \text{ minutos.}$$

$$B_b = tr + 0.42 t_{cut}$$

$$tr = 42.41 + 0.42(30) = 55.01 \text{ minutos.}$$

**Esterilización con vapor saturado a 238 °F**

**Calculo Ug:**

$$F_i \text{ para } 114.4$$

$$F_i = 10^{(T_{ref} - T)/z}$$

$$F_i = 10^{(250 - 238)/18}$$

$$F_i = 4.64 \text{ minutos.}$$

$$U_g = F_0 \cdot F_i$$

$$U_g = 6 \cdot 4.64 = 27.84 \text{ minutos.}$$

$$U_g = 27.84 \text{ minutos.}$$

**Calculo el factor fh/U:**

$$fh/U = 26.1 / 27.84$$

$$fh/U = 0.937$$

Por interpolación se determina el valor g para el fh/U hallado.

fh/U	g
0.9	0.400
0.937	g?
1.0	0.523

$$(X_2 - X_1) / (X' - X_1) = (Y_2 - Y_1) / (g? - Y_1)$$

$$(1.0 - 0.9) / (0.937 - 0.9) = (0.523 - 0.400) / (g? - 0.400)$$

$$g = 0.4455$$

**Calculo del tiempo de proceso:**

$$Bb = fh [\log(jh^*l) - \log(g)]$$

$$Bb = 26.1 [\log(0.275 * 160.38) - \log(0.4455)]$$

$$\mathbf{Bb = 52.08 \text{ minutos.}}$$

$$Bb = tr + 0.42t_{cut}$$

$$tr = 52.08 + 0.42(30) = 64.68 \text{ minutos.}$$

## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Validación estadística de los resultados obtenidos

Los resultados de las pruebas realizadas al producto como variables de respuesta fueron analizadas estadísticamente mediante el uso del software STATGRAPHICS Centurion XVI.

Los resultados de cada uno de los ensayos fueron evaluados inicialmente para marcar si existen diferencias significativas atribuibles a los tratamientos. La validez de los datos se comprobó realizando análisis de su distribución y considerando un error relativo inferior al 10%. Con la prueba de comparación múltiple se verificó la desviación de las medias la superposición de sus colas. Finalmente se realizó una regresión múltiple valorando la validez de cada uno de los coeficientes dentro del modelo probabilístico.

- **Evaluación de la integridad del empaque**

Tabla 4.1: Análisis de varianza para los resultados de resistencia a la tensión

#### ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	46.5137	11	4.22852	7.84	0.0000
Intra grupos	109.966	204	0.539047		
Total (Corr.)	156.479	215			

Mediante el análisis de varianza se busca determinar si existe diferencia significativa entre las medias de los valores de resistencia a la tensión para los diferentes tratamientos.

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, se determina que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 12 variables con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar qué valores presentan diferencias significativas se evalúa los resultados mediante la prueba múltiple de rangos.

Tabla 4.2: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	<b>Casos</b>	<b>Media</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
S2 E2	18	6.825	X
S2 V1	18	6.88944	X
S2 V2	18	7.16444	XX
S1 V2	18	7.26389	XXX
S1 E2	18	7.53611	XXX
S2 E1	18	7.69	XXX
S1 E1	18	7.90889	XXX
S1 V1	18	7.94333	XXX
S3 E2	18	7.95	XXX
S3 E1	18	7.96833	XXX
S3 V2	18	8.05611	XX
S3 V1	18	8.30111	X

La evaluación indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con sobrepresión a 242 °F (116.6 °C) y los tratamientos con vapor saturado tanto a 238 °F como 242 °F, sin embargo se evidencia que la muestra tomada del extremo del envase durante la prueba de tensión tiene mayor resistencia a que yes significativamente diferente que los resultados obtenidos en los demás puntos de muestreo.

- **Evaluación de la calidad del producto**

En vista que los resultados microbiológicos indicaron esterilidad en los diferentes tratamientos, para la evaluación de la calidad del producto se tomara el contenido de Tiamina debido a su termolabilidad.

Tabla 4.3: Análisis de varianza para los resultados de contenido de Tiamina

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.00367892	3	0.00122631	63.70	0.0000
Intra grupos	0.000154	8	0.00001925		
Total (Corr.)	0.00383292	11			

El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa entre las medias ya que el valor -P es menor a 0.05 con un 95% de confiabilidad, con estos resultados se rechazaría H0, es decir que existe al menos una influencia significativa en la calidad del producto en el envase flexible tipo Pouch.

Tabla 4.4: Pruebas de Múltiple Rangos para el contenido de Tiamina

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Tiamina V2	3	0.0466667	X
Tiamina V1	3	0.06	X
Tiamina E1	3	0.0783333	X
Tiamina E2	3	0.0926667	X

De acuerdo a las herramientas estadísticas usadas se determina que existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados al atún tipo albacora empacado en envase flexible tipo Pouch.

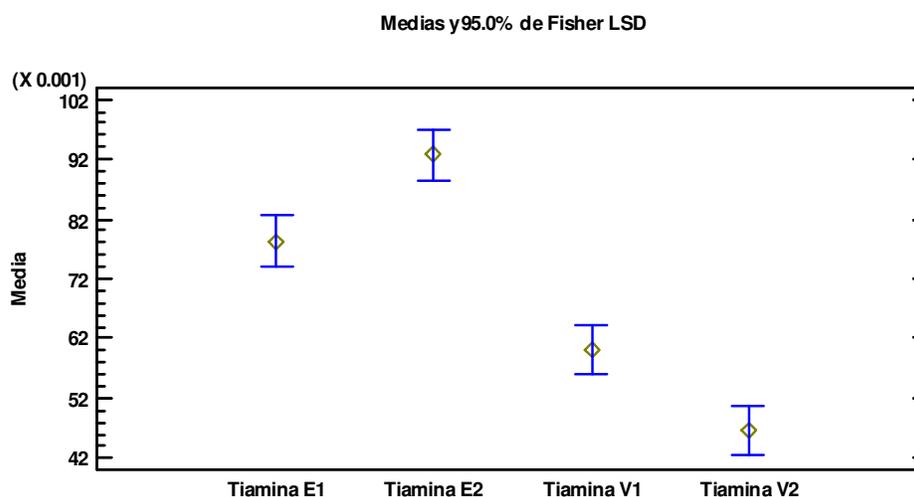


Fig. 4.1 Gráfico de medias para la evaluación de Tiamina

El gráfico muestra cuatro pares de intervalos de medias que no se superponen verticalmente, es decir, medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 4.5: Contenido de Tiamina en muestras de Albacora. Materia prima y conservas.

Muestra	Promedio	Desviación estándar	Retención de Tiamina %
Sobrepresión (114.4°C)	0.0783333	0.00305505	15.5%
Sobrepresión (116.6°C)	0.0926667	0.00305505	18.3%
Vapor (114.4°C)	0.06	0.006	11.97%
Vapor (116.6°C)	0.0466667	0.00472582	9.30%

Referencia valor de Tiamina en Atún crudo 0.501 mg/100 g de muestra (Dietary Canada)

## 4.2 Caracterización del producto final

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones se puede proceder a caracterizar el producto: Albacora empacado en envase flexible tipo pouch.

- Especie de atún: Albacora (Thunnus alalunga)
- Formulación: en agua, con proteína vegetal al 6%
- Peso: 181 g por empaque
- Sellado normal: con vacío

Tabla 4.6: Parámetros de sellado de empaques.

Parámetro	Tiempo (seg.)
Vacío	6
Sellado	3
Enfriamiento	5

Fuente: AM Costa (2011)

En vista de los resultados observados en las pruebas de resistencia a la tensión y a la presión, el envase flexible tipo pouch puede ser esterilizado indistintamente en un proceso con sobrepresión o en un proceso a vapor saturado en tanto en cuanto se mantengan los parámetros apropiados de sellado, es decir asegurando un mínimo contenido de aire residual en el envase para evitar que este ejerza presión interna que pueda comprometer el sello al procesarlo con vapor saturado. Los parámetros de carga son los siguientes:

Tabla 4.7: Parámetros de carga para empaques de 181 g

Capacidad del empaque	181 g
Dimensiones internas del envase (mm)	151 x 124 x 22
Dimensiones externas del envase (mm)	174 x 135 x 22
Dimensiones externas con el envase lleno	174 x 135
Área del envase mm <sup>2</sup>	23490
Espesor máximo permitido (factor crítico)	22.09
Espacio libre entre superficie del pouch y parte superior de la bandeja (mm, con envase lleno)	12

Carga por bandeja, numero de pouches	30
Área total cubierta por bandeja, mm <sup>2</sup>	704700
Área total de la bandeja (interna) mm <sup>2</sup>	895850
<b>Porcentaje total de area cubierta %</b>	<b>78.66</b>
Volumen de envase por bandeja, mm <sup>3</sup>	15566823
<b>Volumen total de pouch por bandeja %</b>	<b>78.98</b>
Volumen de pouch por coche, mm <sup>3</sup>	498138336
Volumen total de pouch por coche, %	78.98

#### **Carga de retorta**

Peso neto, g	181
Carga por bandeja, numero de pouches	30
Total de bandejas por carro	32
Carga por carro, numero de pouches	960
Capacidad total por carga de retorta (6 carros)	5760

Fuente: A.M. Costa (2011)

### **4.3 Balance térmico general y determinación de los índices de consumo**

a) Determinamos la cantidad necesaria de vapor para elevar la temperatura de los envases de 60 °C (140 °F) a 116.6 °C (242 °F)

Partimos de las siguientes consideraciones:

- En la autoclave ingresan 5760 envases (pouches).
- $C_p$  atún = 0,76 BTU / lb\* °F
- $C_p$  salmuera = 1,803 BTU/ lb\*°F

En 5760 envases hay:

835.35 Kg. de atún = 1841.61 libras de atún

208.83 Kg. de salmuera = 460.40 libras de salmuera

$$Q = m \text{ salmuera} + C_p \text{ salmuera} * (\Delta T) + m \text{ atún} * C_p \text{ atún} * (\Delta T)$$

$$Q = 460.4 \text{ lb} * (1,803 \text{ BTU/lb} * ^\circ\text{F}) * (242 ^\circ\text{F} - 140 ^\circ\text{F})$$

$$+ 1841.61 * (0,76 \text{ BTU/lb} * ^\circ\text{F}) * (242 ^\circ\text{F} - 140 ^\circ\text{F})$$

$$Q = 84670.32 \text{ BTU/parada} + 142761.6 \text{ BTU/parada}$$

$$Q = 227431.92 \text{ BTU / parada} = 57311,88 \text{ Kcal / parada}$$

Estimando un 15 % de seguridad:  $57311.88 * 1.15 = 65908.66 \text{ Kcal / parada}$

La masa de vapor que se requiere es de:

$$masa_{vapor} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{65908.66 \frac{\text{Kcal}}{h}}{525.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}} = 125.37 \frac{\text{Kg vapor}}{h} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$$\text{Presión} = 2,0245 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\text{Temperatura} = 120 ^\circ\text{C}$$

NOTA: No se ha considerado en el cálculo las pérdidas de calor del equipo ni el efecto de los coches y separadores o bandejas sobre el consumo de vapor.

b) Determinamos el requerimiento de agua para bajar la temperatura de los envases hasta  $30^\circ\text{C} = 86 ^\circ\text{F}$

Se toman las siguientes consideraciones:

- El agua ingresa a una temperatura de  $17 ^\circ\text{C} = 62.6 ^\circ\text{F}$
- $C_p \text{ agua} = 1,803 \text{ BTU / lb} * ^\circ\text{F}$

$$m \text{ agua} * C_p \text{ agua} * \Delta T \text{ agua} = m \text{ salm.} + C_p \text{ salm} * (\Delta T) + m \text{ atún} * C_p \text{ atún} * (\Delta T)$$

$$\text{Masa de agua} = 347794.87 \text{ libras de agua} = 157758.71 \text{ Kg de agua}$$

## 4.2 Estimación de costos

### Costos de proceso

Relacionando los diferentes procesos de esterilización: vapor saturado vs espray con sobrepresión, para calcular los costos de cada proceso necesitamos calcular primero el costo de generación de vapor ya que será donde radicara la mayor diferencia puesto que los costos directos y mayoría

de los indirectos serán los mismos indistintamente del tipo de esterilización. La producción de vapor de una caldera es la cantidad de vapor generado por unidad de tiempo, comúnmente este valor viene es informado en toneladas por hora. El costo del combustible tiene un alto impacto en el costo del vapor y, por lo tanto, resulta muy relevante al momento de evaluar distintas alternativas de combustibles para una caldera. El consumo de combustible es directamente proporcional al consumo de vapor y se puede obtener mediante la relación:

$$m_{combustible} = \frac{m_{vapor} \times (h_v - h_{AA}) \times 10000}{PCS \times n} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Donde:

- $m_{combustible}$  : Consumo de combustible (kg/h)
- $m_{vapor}$  : Producción de vapor (ton/h)
- $h_v$  : Entalpía del vapor saturado a la presión de trabajo de la caldera (kJ/kg)
- $h_{AA}$  : Entalpía del agua de alimentación (= 105 kJ/kg @ 25 °C)
- $PCS$  : Poder calorífico superior del combustible (kJ/kg)
- $n$  : Eficiencia de la caldera respecto al PCS (%)

Adicionalmente existen costos asociados a la generación de vapor, los cuales dependen de las siguientes variables:

- Consumo y costo de combustible.
- Consumo y costo de productos químicos.
- Consumo y costo del agua de reposición o *make up*.
- Consumo y costo de energía eléctrica.
- Costos asociados a operación y mantención.

Entre todas estas variables el 90% los constituye el costo del combustible. Considerando por tanto todas las variables el costo de vapor se puede calcular con la formula:

$$PV = \frac{m_{vapor} \times (h_v - h_{AA})}{PCS \times n} \times PC \times 100 + PQ + A + EE + OM \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

- $PV$  : Costo del vapor (\$/kg vapor)

- $PC$  : Precio de combustible (\$/kg combustible)
- $PQ$  : Costos de consumo de productos químicos (\$/kg vapor)
- $A$  : Consumo de agua (\$/Kg vapor)
- $EE$  : Costo de consumo de energía eléctrica (\$/vapor)
- $OM$  : Costo de operación y mantenimiento (\$/kg vapor)

A continuación se presentan los diferentes costos asociados a la generación de vapor en la planta donde se realizaron las pruebas:

- Costo de combustible (bunker) \$/gal 0.67
- Costo por consumo de combustible \$12.87
- Costo por tonelada de otros como agua, químicos, mantenimiento, etc. \$1.70
- Costo de producir 1 tonelada de Vapor \$14.57
- Costo en kg \$0.01457
- Costo de un mcm /hora \$0.01240

Por tanto, tomando como base los resultados del balance de materia y energía y los tiempos de proceso calculados en el capítulo anterior tendríamos:

Tabla 4.8: Cuadro comparativo de consumos y costos entre los diferentes tipos de autoclaves

Parámetro	Autoclave por rociado de agua	Autoclave por vapor directo
Tiempo de levante (minutos)	22	30
Tiempo esterilización (minutos)	46.49	64.68
Tiempo enfriamiento (minutos)	40	38
Vapor requerido (Kg/hora)	125.37	125.37
Costo de vapor (\$/Kg)	<b>\$0.0145</b>	<b>\$0.0145</b>
Consumo aire (mcm)	15	18
Costo aire por hora	\$0.19	\$0.22
Tiempo total de requerimiento de vapor (minutos)	<b>68.49</b>	<b>94.68</b>
Costo Vapor por hora	\$2.07	\$2.85
Costo por envase (vapor y aire)	<b>\$0.0004</b>	<b>\$0,0005</b>

Fuente: A.M. Costa (2011)

Es decir que el proceso de esterilización en autoclave por vapor saturado representa un 38% más en costo por consumo de vapor que el autoclave por

sobrepresión. El costo de consumo de agua para el proceso de esterilización se lo considera despreciable ya que esta se recircula y la pérdida por evaporación o desperdicio es mínima.

### Costos de empaque

El factor más importante en el desarrollo de las bolsas retortables estaría constituido por las ventajas económicas significativas en comparación con los envases metálicos. La Tabla adjunta muestra una comparación preliminar del costo entre los envases tradicionales de hojalata (Tall 1 lb) y las bolsas retortables en un formato de 1 lb con 24 unidades por caja, considerando bolsas manufacturadas en el país.

Tabla 4.9: Cuadro comparativo de costos entre envases de hojalata y bolsas retortables (US \$)

DESCRIPCIÓN	24 Latas x1 lb TALL	24 Bolsas x 1 lb Manufactura Nacional
Empaques (Latas)		
Cajas con latas	3,82	
Etiquetas	0,41	
Empaques (bolsas)		
Bolsa retortable		1,75*
Caja		0,48
Costo por caja	4,23	2,23
% del costo de latas		52,7%

\*Cálculos de manufactura estimados en el país

Puede ser apreciado que existen ventajas económicas a favor de las bolsas retortables que aumentarían considerablemente si se tomaran en cuenta menores gastos de energía, producto de tiempos más cortos de esterilización durante el procesamiento, transporte de material de envase vacío, mayor tamaño de envase, entre otros. La ventaja radica en el costo básico del envase y embalaje; si comparamos los costos de una caja de envases tanto de hojalata como de plástico flexible retortable, tendremos que la bolsa retortable representaría el 52,7% del costo del envase metálico.

## CAPÍTULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- El estudio de penetración de calor aseguro un producto comercialmente estéril lo cual fue validado mediante las pruebas de estabilidad microbiana para conservas. En estas pruebas se trabajo con un  $F_0 = 6$  min que representa un valor de seguridad para la industria debido a la alta variabilidad en los procesos.
- Las retortas empleadas fueron previamente evaluadas mediante estudios de distribución de calor que permitió definir los tiempos de levante en 30 minutos para la de vapor saturado y 22 minutos para la de sobrepresión.
- Durante el estudio de penetración no se realizó la evaluación del punto frío del envase ya que se consideró su centro geométrico como el área más lenta de calentamiento debido a la forma como este se ubica (horizontal) y en vista que el proceso de transmisión de calor es netamente conductivo.
- Las pruebas de integridad del envase permitieron determinar que al trabajar con parámetros de sellado apropiados, es decir, en presencia de vacío, el envase puede resistir las tensiones normales de una esterilización con vapor saturado sin necesitar de equipos especiales como los autoclaves con sobrepresión.
- La evaluación del contenido de tiamina en la materia prima y en las conservas elaboradas a distintas temperaturas y tiempos de proceso, así como su porcentaje de retención permitió determinar que existe perdida de tiamina por efecto del calor con respecto a la materia prima fresca en un rango del 12 al 15% (diferencias significativas a nivel del 0,05). El porcentaje de retención de tiamina es menor a medida que aumenta la temperatura y menor en los tratamientos con sobrepresión. Las pérdidas de tiamina durante el proceso de enlatado pueden ser elevadas, en la industria pueden variar significativamente entre 20 a 70% para conservas de carne y pescado.

- Considerando los aspectos económicos, aunque los resultados de integridad del envase han demostrado que el proceso no afecta a su estabilidad, existe una diferencia significativa en el tiempo de proceso aplicando una esterilización con sobrepresión por spray de agua donde el tiempo es más corto y por tanto los consumos de vapor, agua y energía son menores; demostrándose que el consumo de vapor por carga de equipo el autoclave a vapor saturado es mayor, que si bien a nivel de envase unitario se puede considerar un valor despreciable, representa un 38% más en el costo final del producto que a lo largo de varios días y meses de trabajo tendría un impacto significativo en el costo final del producto.
- Finalmente, los resultados de este trabajo demuestran que aunque se puede usar indistintamente ambos métodos de esterilización para trabajar envases flexibles tipo Pouch es el tratamiento con sobrepresión el que permitirá menores costos y mejor calidad de producto final siendo este el recomendado para este tipo de productos.

### **Recomendaciones**

- Existen variables organolépticas como las sensoriales y el color que podrían evaluarse como complemento a este estudio para determinar de igual forma el efecto que el tratamiento térmico ejerce sobre ellas. Sin embargo, debido al alto contenido de ácidos grasos que tiene el atún tipo Albacora es muy propenso a oxidación la cual influye directamente en el color y sabor del producto terminado.
- En vista que el proceso se trabajó con un  $F_0 = 6$  es recomendable realizar una optimización al proceso térmico para procurar un proceso menos agresivo y que permita asegurar una mayor retención de vitamina en el producto final.
- Los datos de proceso de esterilización y variables de sellado son propios del producto y la formulación empleada, cualquier variación en tamaño de envase o formulación implicaría la necesidad de nuevos estudios.

# ANEXO 1

Curvas de  $F_1$  y  $f_h/U$

Table

121- $\theta_r$ (°C)	z value					
	4.4°C	6.7°C	8.9°C	10°C	11.1°C	12°C
5.6	17.78	6.813	4.217	3.594	3.162	2.848
6.1	23.71	8.254	4.870	4.084	3.548	3.162
6.7	31.62	10.00	5.623	4.642	3.981	3.511
7.2	42.17	12.12	6.494	5.275	4.467	3.899
7.8	56.23	14.68	7.499	5.995	5.012	4.329
8.3	74.99	17.78	8.660	6.813	5.623	4.806
8.9	100.0	21.54	10.00	7.743	6.310	5.337
9.4	133.4	26.10	11.55	8.799	7.079	5.926
10.0	177.8	31.62	13.34	10.00	7.943	6.579
10.6	237.1	38.31	15.40	11.36	8.913	7.305

Adapted from Stumbo (1973).

TABLE 3.13  
 $f_h/U$ :g Relationships When  $z = 18^\circ\text{F}$

$f_h/U$	Values of g When j of Cooling Curve Is								
	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.20	4.09-05	4.42-05	4.76-05	5.09-05	5.43-05	5.76-05	6.10-05	6.44-05	6.77-05
0.30	2.01-03	2.14-03	2.27-03	2.40-03	2.53-03	2.66-03	2.79-03	2.93-03	3.06-03
0.40	1.33-02	1.43-02	1.52-02	1.62-02	1.71-02	1.80-02	1.90-02	1.99-02	2.09-02
0.50	4.11-02	4.42-02	4.74-02	5.06-02	5.38-02	5.70-02	6.02-02	6.34-02	6.65-02
0.60	8.70-02	9.43-02	1.02-01	1.09-01	1.16-01	1.23-01	1.31-01	1.38-01	1.45-01
0.70	0.150	0.163	0.176	0.189	0.202	0.215	0.228	0.241	0.255
0.80	0.226	0.246	0.267	0.287	0.308	0.328	0.349	0.369	0.390
0.90	0.313	0.342	0.371	0.400	0.429	0.458	0.487	0.516	0.545
1.00	0.408	0.447	0.485	0.523	0.561	0.600	0.638	0.676	0.715
2.00	1.53	1.66	1.80	1.93	2.07	2.21	2.34	2.48	2.61
3.00	2.63	2.84	3.05	3.26	3.47	3.68	3.89	4.10	4.31
4.00	3.61	3.87	4.14	4.41	4.68	4.94	5.21	5.48	5.75
5.00	4.44	4.76	5.08	5.40	5.71	6.03	6.35	6.67	6.99
6.00	5.15	5.52	5.88	6.25	6.61	6.98	7.34	7.71	8.07
7.00	5.77	6.18	6.59	7.00	7.41	7.82	8.23	8.64	9.05
8.00	6.29	6.75	7.20	7.66	8.11	8.56	9.02	9.47	9.93
9.00	6.76	7.26	7.75	8.25	8.74	9.24	9.74	10.23	10.73
10.00	7.17	7.71	8.24	8.78	9.32	9.86	10.39	10.93	11.47
15.00	8.73	9.44	10.16	10.88	11.59	12.31	13.02	13.74	14.45
20.00	9.83	10.69	11.55	12.40	13.26	14.11	14.97	15.82	16.68

## ANEXO 2

Lecturas de termocuplas mas lentas por variable

Tiempo	Vapor 242°F		Vapor 238°F		Sobrepresion 242°F		Sobrepresión 238°F	
	TC10	Tr242-Tc	TC15	Tr238-Tc	Tc 9	Tr-Tc	TC13	Tr238-Tc
0:00:00	80.95	161.05	77.62	160.38	83.92	159.58	80.17	157.83
0:01:00	81.05	160.95	77.61	160.39	84.07	159.43	83.52	154.48
0:02:00	82.53	159.47	79.35	158.65	84.93	158.57	88.12	149.88
0:03:00	85.41	156.59	83.12	154.88	85.36	158.14	93.15	144.85
0:04:00	89.96	152.04	88.96	149.04	86.37	157.13	99.34	138.66
0:05:00	96.05	145.95	97.11	140.89	87.93	155.57	106.09	131.91
0:06:00	103.86	138.14	106.33	131.67	90.21	153.29	113.61	124.39
0:07:00	112.8	129.2	115.82	122.18	93	150.5	121.67	116.33
0:08:00	122.45	119.55	126.19	111.81	96.2	147.3	130.05	107.95
0:09:00	131.97	110.03	135.81	102.19	100.5	143	138.72	99.28
0:10:00	141.42	100.58	145.26	92.74	105.2	138.3	147.74	90.26
0:11:00	150.3	91.7	153.54	84.46	111.25	132.25	157.23	80.77
0:12:00	157.97	84.03	161.25	76.75	117.41	126.09	166.34	71.66
0:13:00	165.18	76.82	168.04	69.96	125.48	118.02	176.31	61.69
0:14:00	171.69	70.31	174.16	63.84	133.79	109.71	186.19	51.81
0:15:00	177.35	64.65	179.79	58.21	143.03	100.47	196.12	41.88
0:16:00	182.36	59.64	184.69	53.31	153.27	90.23	205.68	32.32
0:17:00	186.64	55.36	189.78	48.22	164.57	78.93	214.18	23.82
0:18:00	190.56	51.44	193.79	44.21	175.02	68.48	220.01	17.99
0:19:00	194.08	47.92	197.09	40.91	184.83	58.67	224.2	13.8
0:20:00	197.62	44.38	200.5	37.5	194.58	48.92	227.56	10.44
0:21:00	200.67	41.33	203.59	34.41	202.13	41.37	230.08	7.92
0:22:00	203.32	38.68	206.5	31.5	209.07	34.43	232.39	5.61
0:23:00	206.37	35.63	208.86	29.14	215.05	28.45	234.1	3.9
0:24:00	209.12	32.88	211.22	26.78	219.64	23.86	235.63	2.37
0:25:00	211.72	30.28	213.28	24.72	223.78	19.72	236.76	1.24
0:26:00	213.87	28.13	214.99	23.01	227.28	16.22	237.82	0.18
0:27:00	216.05	25.95	216.76	21.24	230.15	13.35	238.67	-0.67
0:28:00	217.96	24.04	218.37	19.63	232.33	11.17	239.32	-1.32
0:29:00	219.99	22.01	220.13	17.87	234.28	9.22	239.86	-1.86
0:30:00	221.82	20.18	221.4	16.6	235.95	7.55	240.36	-2.36
0:31:00	223.47	18.53	223.01	14.99	237.26	6.24	240.71	-2.71
0:32:00	225.23	16.77	224.58	13.42	238.11	5.39	240.95	-2.95
0:33:00	226.89	15.11	226.13	11.87	239.15	4.35	241.39	-3.39

0:34:00	228.65	13.35	227.42	10.58	239.79	3.71	241.57	-3.57
0:35:00	230.08	11.92	228.63	9.37	240.33	3.17	241.76	-3.76
0:36:00	231.55	10.45	230.1	7.9	240.96	2.54	241.77	-3.77
0:37:00	232.86	9.14	230.82	7.18	241.34	2.16	241.89	-3.89
0:38:00	234.1	7.9	232.04	5.96	241.36	2.14	242.18	-4.18
0:39:00	235.23	6.77	232.57	5.43	242.05	1.45	242.13	-4.13
0:40:00	236.17	5.83	233.17	4.83	242.07	1.43	242.16	-4.16
0:41:00	236.81	5.19	233.66	4.34	242.39	1.11	242.32	-4.32
0:42:00	237.5	4.5	233.91	4.09	242.5	1	242.37	-4.37
0:43:00	238.03	3.97	233.92	4.08	242.58	0.92	242.29	-4.29
0:44:00	238.45	3.55	234.25	3.75	242.78	0.72	242.34	-4.34
0:45:00	238.78	3.22	234.57	3.43	242.72	0.78	242.36	-4.36
0:46:00	238.71	3.29	234.57	3.43	242.83	0.67	242.27	-4.27
0:47:00	239	3	234.49	3.51	243.34	183.34	242.43	182.43
0:48:00	239.08	2.92	234.82	3.18	243.37	183.37	242.46	182.46
0:49:00	239.31	2.69	234.87	3.13	239.15	179.15	241.46	181.46
0:50:00	239.3	2.7	235.3	2.7	230.85	170.85	239.41	179.41
0:51:00	239.42	2.58	235.43	2.57	222.53	162.53	235.73	175.73
0:52:00	239.53	2.47	235.27	2.73	216.49	156.49	231.25	171.25
0:53:00	239.67	2.33	235.54	2.46	208.4	148.4	226.84	166.84
0:54:00	239.73	2.27	235.49	2.51	205.6	145.6	222.21	162.21
0:55:00	239.87	2.13	235.66	2.34	183.93	123.93	216.25	156.25
0:56:00	239.84	2.16	235.86	2.14	171.8	111.8	207.17	147.17
0:57:00	239.78	179.78	235.72	2.28	167.77	107.77	198.93	138.93
0:58:00	239.87	179.87	235.68	2.32	159.98	99.98	191.92	131.92
0:59:00	240.12	180.12	235.88	2.12	161.73	101.73	185.48	125.48
1:00:00	239.93	179.93	235.89	2.11	150.9	90.9	180	120
1:01:00	239.91	179.91	235.79	2.21	153.61	93.61	174.47	114.47
1:02:00	239.92	179.92	236.06	1.94	142.58	82.58	169.74	109.74
1:03:00	240.02	180.02	236.08	1.92	145.77	85.77	164.85	104.85
1:04:00	240.06	180.06	235.93	2.07	134.76	74.76	160.32	100.32
1:05:00	239.94	179.94	236.02	1.98	139.62	79.62	156.19	96.19
1:06:00	240.02	180.02	236.14	1.86	129.8	69.8	152.6	92.6
1:07:00	239.97	179.97	235.91	2.09	134.79	74.79	149.2	89.2
1:08:00	239.98	179.98	235.95	2.05	126.21	66.21	146.01	86.01
1:09:00	239.96	179.96	236	2	130.64	70.64	143.18	83.18
1:10:00	240.04	180.04	236	2	122.83	62.83	140.4	80.4
1:11:00	239.92	179.92	236.05	1.95	126.6	66.6	137.92	77.92
1:12:00	239.9	179.9	235.91	2.09	118.8	58.8	135.43	75.43
1:13:00	240.08	180.08	236.01	1.99	122.67	62.67	132.97	72.97
1:14:00	239.94	179.94	236.1	1.9	115.84	55.84	130.77	70.77

1:15:00	239.99	179.99	236.07	1.93	119.04	59.04	128.45	68.45
1:16:00	239.98	179.98	236.05	1.95	112.05	52.05	126.28	66.28
1:17:00	240.02	180.02	235.95	2.05	115.38	55.38	124.13	64.13
1:18:00	240.02	180.02	236.07	1.93	109.42	49.42	122.08	62.08
1:19:00	239.96	179.96	235.97	2.03	109.7	49.7	119.96	59.96
1:20:00	239.9	179.9	236.12	1.88	108.37	48.37	118.16	58.16
1:21:00	240.08	180.08	236.13	1.87	104.68	44.68	115.99	55.99
1:22:00	240.07	180.07	236.17	1.83	105.84	45.84	113.81	53.81
1:23:00	240.05	180.05	236.09	1.91	100.97	40.97	112.11	52.11
1:24:00	240.14	180.14	236.24	1.76	102.91	42.91	110.22	50.22
1:25:00	240.1	180.1	236.01	1.99	102.48	42.48	108.62	48.62
1:26:00	240.11	180.11	236.1	1.9	103.15	43.15	108.07	48.07
1:27:00	239.92	179.92	236.15	1.85	103.34	43.34	108.05	48.05
1:28:00	235.28	175.28	236.23	1.77	103.43	43.43	107.95	47.95
1:29:00	233.52	173.52	236.19	1.81	103.51	43.51	107.88	47.88
1:30:00	227.24	167.24	236.27	1.73				
1:31:00	217.25	157.25	236.37	1.63				
1:32:00	204.83	144.83	236.11	1.89				
1:33:00	191.63	131.63	236.26	1.74				
1:34:00	178.52	118.52	236.27	1.73				
1:35:00	167.35	107.35	236.35	1.65				
1:36:00	157.77	97.77	236.28	1.72				
1:37:00	149.43	89.43	236.16	1.84				
1:38:00	143.15	83.15	236.11	1.89				
1:39:00	137.55	77.55	236.26	1.74				
1:40:00	132.3	72.3	236.25	1.75				
1:41:00	127.59	67.59	236.31	1.69				
1:42:00	122.93	62.93	236.17	1.83				
1:43:00	118.88	58.88	236.26	1.74				
1:44:00	115.68	55.68	236.14	1.86				
1:45:00	112.62	52.62	236.69	1.31				
1:46:00	109.58	49.58	231.06	171.06				
1:47:00	107.45	47.45	224.8	164.8				
1:48:00	104.81	44.81	219.32	159.32				
1:49:00	103.76	43.76	213.19	153.19				
1:50:00	101.99	41.99	205.72	145.72				
1:51:00	100.78	40.78	196.55	136.55				
1:52:00	99.89	39.89	186.33	126.33				
1:53:00	99.6	39.6	176.26	116.26				
1:54:00	98.41	38.41	167.18	107.18				
1:55:00	98.22	38.22	159.12	99.12				

1:56:00	97.96	37.96	153.02	93.02				
1:57:00	96.72	36.72	146.47	86.47				
1:58:00	96.73	36.73	142.01	82.01				
1:59:00	95.85	35.85	137.14	77.14				
2:00:00	95.72	35.72	133.22	73.22				
2:01:00	94.79	34.79	129.52	69.52				
2:02:00	95.3	35.3	126.53	66.53				
2:03:00	95.08	35.08	123.2	63.2				
2:04:00	95.22	35.22	120.4	60.4				

# ANEXO 3

## Datos de Penetracion de calor

HEAT PENETRATION PRODUCT DATA <i>Test #1 - 242°F</i>														
FOR USE WITH POUCHES														
COMPANY	POUCH SIZE <i>64oz</i>													
PLANT LOCATION <i>Guayaquil</i>	TEST PERFORMED BY <i>C.A.A. - E.R.</i> DATE <i>July 18th, 2011</i>													
PRODUCT (S/GRADE) <i>Choco White Albacore Tuna in water (can)</i>														
RETORT TYPE & # <i>KM Grand Cook</i>	RPM													
CALSoft <sup>2</sup> FILENAME <i>11071102.C32</i>	CALPlex Serial Number <i>CPC6-0060</i>													
Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
TC Type & Length CNL / Flex / DataTrace	Flex													
TC Position in Container inches AB	GC													
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal													
Fill Wt. (Ingr#1) gm / oz														
Fill Wt. (Ingr#2) gm / oz														
Fill Wt. (Ingr#3) gm / oz														
Gross Weight gm / oz	241	239	240	232	240	243	239	241	245	238	244	244		
Tare Weight (wild and TC) gm / oz	59	54	59	57	57	62	59	60	66	57	63	62		
Net Weight gm / oz	182	180	181	181	182	181	180	181	179	181	181	182		
Particle Size														
TC Impaled Before/After Test (Y or N)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
Drained Weight gm / oz														
Pouch Thickness - Pre-Process inches	22	25	21	23	22	22	22	24	23	23	25	23		
Pouch Thickness - Post-Process inches	22	24	22	22	21	22	22	23	23	22	24	23		
Residual Gas cc / ml	1.5	1.0	2.0	0.5	2.0	4.5	4.5	0.5	4.5	1.0	2.0	1.0		
Post-Process Gross Weight gm / oz	240	239	240	235	240	243	239	241	246	238	244	244		
<i>Parameter of Sealed</i>	<i>Vac</i>	<i>6 Sec</i>	<i>6 Sec</i>	<i>Seal</i>	<i>3.50</i>	<i>6</i>	<i>Seal</i>	<i>3.50</i>	<i>6</i>	<i>Seal</i>	<i>3.50</i>	<i>6</i>		
Viscosity Bostwick cm / seconds @ °F	Brookfield cps # spindle @ RPMs @ °F													



HEAT PENETRATION PRODUCT DATA <i>Test #1 - 242°F</i>														
FOR USE WITH POUCHES														
COMPANY	POUCH SIZE <i>64oz</i>													
PLANT LOCATION <i>Guayaquil</i>	TEST PERFORMED BY <i>C.A.A. - E.R.</i> DATE <i>July 18th, 2011</i>													
PRODUCT (S/GRADE) <i>Choco White Albacore Tuna in water (can)</i>														
RETORT TYPE & # <i>KM Grand Cook</i>	RPM													
CALSoft <sup>2</sup> FILENAME <i>11071102.C32</i>	CALPlex Serial Number <i>CPC6-0060</i>													
Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	16	17	18	19	20	21	22	23						
TC Type & Length CNL / Flex / DataTrace	Flex													
TC Position in Container inches AB	GC													
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal													
Fill Wt. (Ingr#1) gm / oz														
Fill Wt. (Ingr#2) gm / oz														
Fill Wt. (Ingr#3) gm / oz														
Gross Weight gm / oz	241	246	240	239	242	238	239	241						
Tare Weight (wild and TC) gm / oz	60	64	59	56	58	57	58	59						
Net Weight gm / oz	181	182	181	183	184	181	181	182						
Particle Size														
TC Impaled Before/After Test (Y or N)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y						
Drained Weight gm / oz														
Pouch Thickness - Pre-Process inches	25	23	22	23	23	20	24	23						
Pouch Thickness - Post-Process inches	24	24	26	24	23	23	24	23						
Residual Gas cc / ml	0.5	1.5	4.5	2.0	4.5	2.0	1.0	1.0						
Post-Process Gross Weight gm / oz	241	245	240	239	241	238	241	241						
<i>Parameter of Sealed</i>	<i>Vac</i>	<i>6 Sec</i>	<i>6 Sec</i>	<i>Seal</i>	<i>3.50</i>	<i>6</i>	<i>Seal</i>	<i>3.50</i>						
Viscosity Bostwick cm / seconds @ °F	Brookfield cps # spindle @ RPMs @ °F													



**Heat Penetration      Temperature Distribution**

COMPANY: \_\_\_\_\_ PLANT LOCATION: 6. AYS. 201.1  
 RETORT: 112 TECHNICIAN: \_\_\_\_\_ CONTROL SYSTEM: Allen Bradley  
 Retort # 112 Contain: 6.4 oz  
 Containers/Layer: 24 Layers/Basket: 32 Containers/Load: 2000 Max (cust)  
 Ballast Containers:  Water-Filled  Product-Filled  C.A.W.  Other \_\_\_\_\_  
 TEST DATE: 11/07/2011 CALSoft<sup>2</sup> Filename: 11091102  
 Retort Control Temp: 242 °C/°F Minimum Process Temp: \_\_\_\_\_ °C/°F

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
1	—	1003	99.9	3	608.3		15	835	235.5	236.0	23	508.5	
2	—	110.5	104.0	5	613.9		16	244	241.9	241.3	23	595.0	
3	—	112.5	115.0	6	618.8		17	246	245.3	249.8	26	604.2	
4	—	120.4	126.5	7	616.0		18	243	242.2	242.5	27	612.5	
5	—	136.5	133.2	9	615.7		19	243	243.1	242.8	27	608.1	
6	—	148.5	145.4	10	614.7		20	242	241.9	241.8	27	609.0	
7	—	155.3	152.1	11	613.0		21	242	242.0	241.7	27	608.4	
8	170	168.5	165.3	13	612.2		22	242	241.9	241.6	27	609.6	
9	178	172.0	174.3	14	615.6		23	242	241.9	241.7	27	607.7	
10	186	186.9	189.2	16	615.7		24	242	241.9	241.7	27	608.4	
11	192	192.1	194.5	18	612.6		25	242	241.9	241.7	27	606.4	
12	204	208.8	206.6	20	614.1		26	242	241.9	241.7	27	609.9	
13	220	220.4	218.0	21	606.9		27	242	241.9	241.7	27	607.7	
14	228	224.7	224.0	22	600.5		28	242	241.9	241.7	27	608.2	

CUT: MIG @ 00:28:36 and 242 °C/°F RTD @ 00:28:38 and 241.9 °C/°F  
 Chart @ 00:28:38 and 241.9 °C/°F Free Leads @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C/°F

Time Entered Cool: 00:48:20

COMMENTS: \_\_\_\_\_

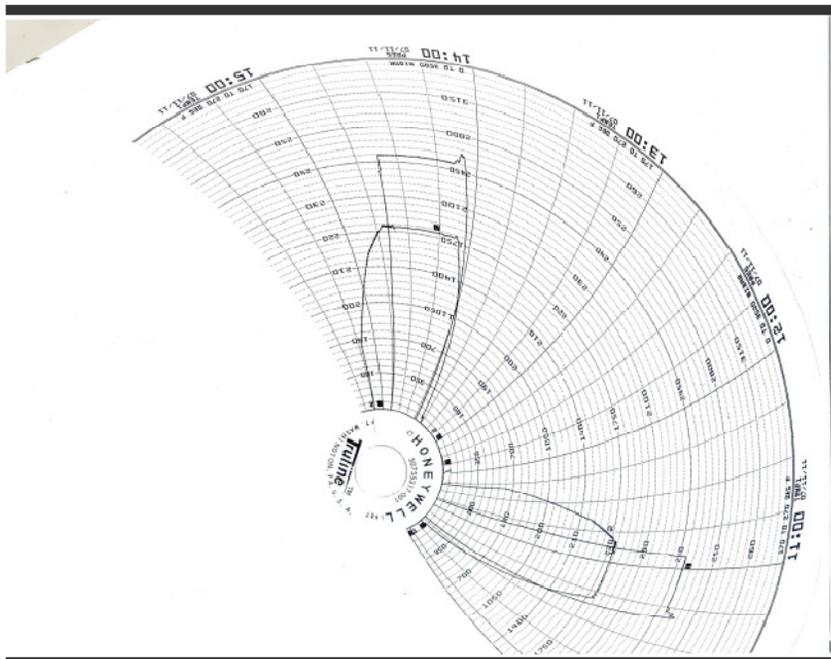
C:\technical\sp & sz\forms\mp-rst-chart-psig-flow-level.doc



Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
29	242	241.9	241.7	27	608.3		51	222	213.8	222.2	26	531.5	
30	242	241.9	241.6	27	608.1		52	214	205.1	211.6	27	534.2	
31	242	241.9	241.6	27	607.8		53	205	199.5	208.4	26	535.2	
32	242	241.9	241.6	27	608.3		54	203	192.0	201.5	26	532.8	
33	242	241.9	241.7	27	607.7		55	178	164.4	175.6	26	533.0	
34	242	241.9	241.7	27	608.5		56	—	154.8	168.2	26	539.1	
35	242	241.9	241.6	27	608.2		57	—	149.0	162.0	26	533.2	
36	242	241.9	241.6	27	607.6		58	—	141.9	157.6	26	534.0	
37	242	241.9	241.6	27	607.8		59	—	142.4	155.4	26	537.8	
38	242	241.9	241.6	27	607.3		60	—	138.1	149.4	24	536.5	
39	242	241.9	241.7	27	607.6		61	—	134.6	146.9	24	534.2	
40	242	241.9	241.7	27	608.8		62	—	124.9	141.6	23	537.8	
41	242	241.9	241.7	27	608.9		63	—	126.6	139.0	23	534.4	
42	242	241.9	241.7	27	607.7		64	—	117.4	134.6	22	538.9	
43	242	241.9	241.7	27	606.8		65	—	114.9	131.5	21	537.0	
44	242	241.9	241.7	27	607.3								
45	242	241.9	241.7	27	607.5								
46	242	241.9	241.7	27	607.5								
47	242	241.7	241.7	27	606.6								
48	242	241.7	241.7	27	607.8								
49	237	230.5	237.4	27	533.8								
50	230	222.8	231.2	26	532.5								

**Controller Process Steps**

Step #	Desc	Temp	Time	Pres	Step #	Desc	Temp	Time	Pres



Pruebas con sobrepresión a 242°F

Pruebas con sobrepresión a 238°F

**HEAT PENETRATION PRODUCT DATA** *Test #2 - 238°F*  
FOR USE WITH POUCHES

COMPANY \_\_\_\_\_ POUCH SIZE 6.4oz  
 PLANT LOCATION Evangelical TEST PERFORMED BY C.B.A - R8D DATE July 12th 2011  
 PRODUCT (S/GRADE) Chewable White Alkoxide Gum in water (CAL)  
 RETORT TYPE & # KM Global Pack RPM \_\_\_\_\_  
 CALSoft® FILENAME 1071201\_C32 CALPlex Serial Number CP06-0060

Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TC Type & Length CNL / Flex / DataTrace	Flex _____											
TC Position in Container inches AB	GC _____											
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal _____											
Fill Wt. (Ingr#1) gm / oz												
Fill Wt. (Ingr#2) gm / oz												
Fill Wt. (Ingr#3) gm / oz												
Gross Weight gm / oz	243	238	240	242	241	243	241	240	242	239	241	238
Tare Weight (wild and TC) gm / oz	60	56	58	59	66	64	59	54	60	57	62	56
Net Weight gm / oz	182	182	182	183	182	184	182	183	182	182	182	182
Particle Size												
TC Impaled Before/After Test (Y or N)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Drained Weight gm / oz												
Pouch Thickness - Pre-Process inches	23	24	23	24	23	22	23	22	23	22	23	23
Pouch Thickness - Post-Process inches	23	23	22	24	22	22	22	22	21	22	23	22
Residual Gas cc / ml	2	2	1.5	1.5	0.3	1	1.5	1.5	1	1.5	0.3	0.3
Post-Process Gross Weight gm / oz	243	238	240	242	241	241	241	239	242	240	241	238
<i>Parameter of Sealed:</i>	Vac: 6.5s ; Seal: 3.5s ; Cool: 5.5s											

Viscosity: Bostwick \_\_\_\_\_ cm / \_\_\_\_\_ seconds @ \_\_\_\_\_ °F Brookfield \_\_\_\_\_ cps # spindle @ \_\_\_\_\_ RPMs @ \_\_\_\_\_ °F

TechnicalCAL, Inc.

**HEAT PENETRATION PRODUCT DATA** *Test #2 - 238°F*  
FOR USE WITH POUCHES

COMPANY \_\_\_\_\_ POUCH SIZE 6.4oz  
 PLANT LOCATION Evangelical TEST PERFORMED BY C.B.A - R8D DATE July 12th 2011  
 PRODUCT (S/GRADE) Chewable White Alkoxide Gum in water  
 RETORT TYPE & # KM Global Pack RPM \_\_\_\_\_  
 CALSoft® FILENAME 1071201\_C32 CALPlex Serial Number CP06-0060

Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	16	17	18	19	20	21	22	23				
TC Type & Length CNL / Flex / DataTrace	Flex _____											
TC Position in Container inches AB	GC _____											
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal _____											
Fill Wt. (Ingr#1) gm / oz												
Fill Wt. (Ingr#2) gm / oz												
Fill Wt. (Ingr#3) gm / oz												
Gross Weight gm / oz	239	241	241	242	244	239	239	246				
Tare Weight (wild and TC) gm / oz	57	58	58	59	62	58	58	64				
Net Weight gm / oz	182	183	183	183	182	181	182	182				
Particle Size												
TC Impaled Before/After Test (Y or N)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Drained Weight gm / oz												
Pouch Thickness - Pre-Process inches	23	24	23	23	24	24	23	24				
Pouch Thickness - Post-Process inches	23	22	24	23	22	23	23	23				
Residual Gas cc / ml	1.5	1.5	1	2	1	1	1	1				
Post-Process Gross Weight gm / oz	239	241	241	242	243	239	238	246				
<i>Parameter of Sealed:</i>	Vac: 6.5s ; Seal: 3.5s ; Cool: 5.5s											

Viscosity: Bostwick \_\_\_\_\_ cm / \_\_\_\_\_ seconds @ \_\_\_\_\_ °F Brookfield \_\_\_\_\_ cps # spindle @ \_\_\_\_\_ RPMs @ \_\_\_\_\_ °F

TechnicalCAL, Inc.

**Heat Penetration      Temperature Distribution**

COMPANY: \_\_\_\_\_ PLANT LOCATION: ALUMINUM  
 RETORT: K.M. S.W.H.D. PACK CONTROL SYSTEM: ALUMINUM  
 Retort # 114 Technician: \_\_\_\_\_ Container: Reflect 11oz with water  
 Containers/Layer: \_\_\_\_\_ Layers/Basket: \_\_\_\_\_ Containers/Load: \_\_\_\_\_  
 Ballast Containers:  Water-Filled  Product-Filled CAW  Other 11oz 6.4oz  
 TEST DATE: July 12th 2011 CALSoft® Filename: 1071201 C22  
 Retort Control Temp: 238°F °C/°F Minimum Process Temp: \_\_\_\_\_ °C/°F

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
1	—	91.0	85.2	3	619.5		15	22.6	225.4	229.9	2.3	609.2	
2	—	100.0	95.5	4	619.3		16	23.5	234.2	232.9	2.4	591.4	
3	—	108.3	103.8	5	619.9		17	24.2	242.9	242.3	2.7	611.6	
4	—	115.4	112.1	7	616.2		18	24.2	244.2	241.1	2.7	609.1	
5	—	125.6	122.9	9	614.4		19	23.9	239.0	239.2	2.3	611.3	
6	—	134.3	133.3	10	616.5		20	23.8	238.2	237.9	2.3	611.0	
7	—	146.9	143.5	11	617.8		21	23.9	237.2	237.8	2.7	611.2	
8	—	154.8	152.0	13	616.0		22	23.8	237.9	237.7	2.7	611.1	
9	—	161.6	162.4	14	617.8		23	23.8	237.9	237.7	2.7	611.2	
10	178	177.0	174.2	16	617.5		24	23.9	237.9	237.7	2.7	611.8	
11	187	186.1	183.2	17	616.7		25	23.9	237.9	237.6	2.7	611.2	
12	196	195.6	193.6	18	615.2		26	23.8	237.9	237.8	2.7	611.1	
13	208	207.2	205.2	20	613.5		27	23.8	237.9	237.6	2.7	611.4	
14	217	217.0	215.2	22	611.7		28	23.8	237.9	237.6	2.7	610.0	

CUT: MIG @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C/°F      RTD @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C/°F  
 Chart @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C/°F      Free Leads @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C/°F

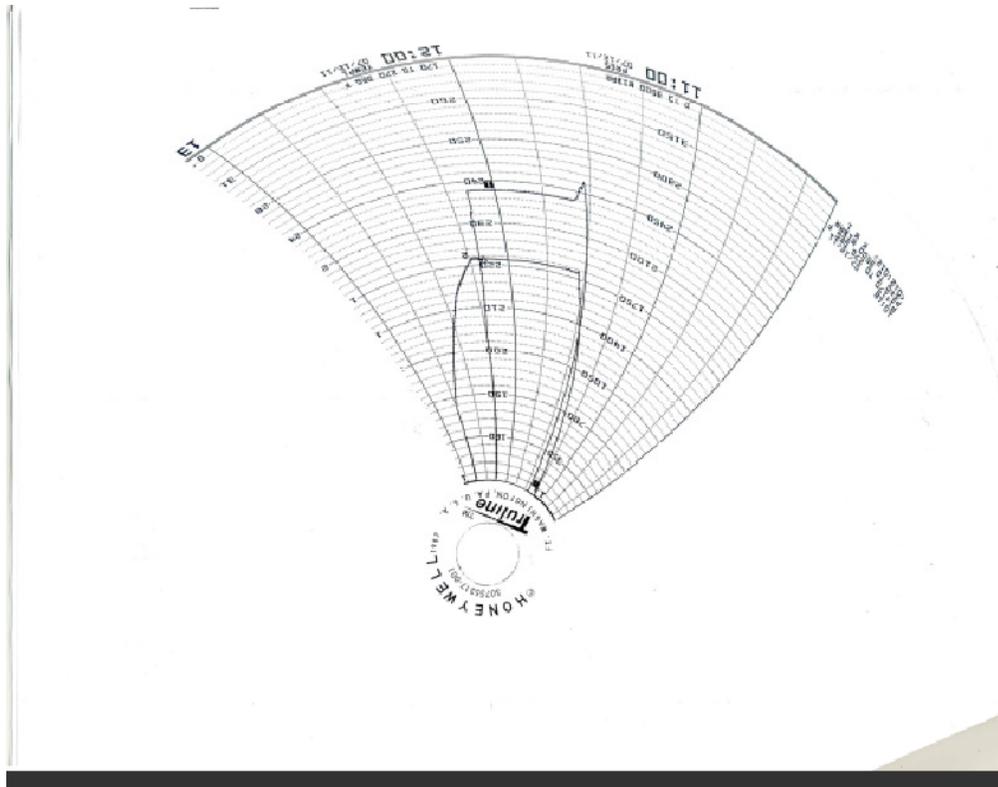
Time Entered Cool: \_\_\_\_\_  
 COMMENTS: \_\_\_\_\_ PMSA:

VIR-HE-1

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
29	238	237.9	237.6	2.7	611.1		54	238	237.9	237.7	2.7	609.6	
30	238	237.9	237.6	2.7	610.3		55	238	237.9	237.7	2.7	610.3	
31	238	237.9	237.6	2.7	610.8		56	238	237.9	237.7	2.7	610.6	
32	237	237.8	237.6	2.7	610.7		57	238	237.9	237.7	2.7	609.7	
33	238	237.9	237.6	2.7	610.9		58	230	223.0	230.8	2.7	579.0	
34	237	237.9	237.7	2.7	611.0		59	224	211.1	224.7	2.7	533.6	
35	238	237.9	237.6	2.7	610.6		60	215	204.8	214.6	2.6	524.6	
36	238	237.9	237.7	2.7	611.2		61	214	204.1	212.6	2.7	524.8	
37	238	237.9	237.7	2.7	610.7		62	210	199.4	208.8	2.6	525.5	
38	238	237.9	237.7	2.7	609.5		63	205	195.0	204.6	2.6	524.5	
39	238	237.9	237.7	2.7	610.3		64	180	167.3	179.8	2.6	525.2	
40	238	237.9	237.7	2.7	610.2		65	151	135.9	160.8	2.6	531.2	
41	238	237.9	237.7	2.7	610.4		66	—	145.7	152.8	2.6	536.2	
42	238	237.9	237.6	2.7	611.5		67	—	142.7	157.0	2.6	535.9	
43	238	237.9	237.7	2.7	609.2		68	—	138.5	154.0	2.6	536.9	
44	238	237.9	237.7	2.7	610.5		69	—	140.0	152.0	2.6	535.5	
45	238	237.9	237.7	2.7	610.3		70	—	135.7	145.6	2.6	534.8	
46	237	237.9	237.7	2.7	609.2		71	—	127.7	141.8	2.3	535.5	
47	238	237.9	237.7	2.7	610.2		72	—	123.7	135.0	2.3	539.8	
48	238	237.9	237.8	2.7	609.8		73	—	117.2	132.8	2.2	538.7	
49	238	237.9	237.6	2.7	610.5		74	—	111.1	131.4	2.1	538.8	
50	238	237.9	237.6	2.7	610.0		75	—	104.6	125.8	2.1	535.4	

**Controller Process Steps**

Step #	Desc.	Temp.	Time	Pres.	Step #	Desc.	Temp.	Time	Pres.



Pruebas con vapor saturado a 242°F

HEAT PENETRATION PRODUCT DATA <i>Test # 1 - 242°F</i>													
FOR USE WITH POUCHES													
COMPANY	POUCH SIZE <i>6.4oz</i>												
PLANT LOCATION <i>Guaymas</i>	TEST PERFORMED BY <i>CBA-RBB</i>											DATE <i>July 7th, 2011</i>	
PRODUCT (S&GRADE) <i>Chunk White in water (CAW)</i>													
RETORT TYPE & # <i>Steam # 6/2</i>	RPM												
CALSoft <sup>3D</sup> FILENAME <i>11070702.C32</i>	CALPlex Serial Number <i>CP06-0060</i>												
Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
TC Type & Length <small>CAL / Flex / DataTrace</small>	Flex												
TC Position in Container <small>inches AB</small>	GC												
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal												
Fill Wt. (Ingr#1) <small>gm / oz</small>													
Fill Wt. (Ingr#2) <small>gm / oz</small>													
Fill Wt. (Ingr#3) <small>gm / oz</small>													
Gross Weight <small>(gm) oz</small>	246	243	245	239	240	240	237	240	240	241	241	238	
Tare Weight (wild and TC) <small>(gm) oz</small>	61	63	63	68	59	58	56	58	58	59	60	57	
Net Weight <small>(gm) oz</small>	182	180	182	181	181	182	181	182	182	182	181	181	
Particle Size													
TC Impaled Before/After Test <small>(Y or N)</small>	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
Drained Weight <small>gm / oz</small>													
Pouch Thickness - Pre-Process <small>mil</small>	22	24	21	22	22	21	22	22	23	21	21	21	
Pouch Thickness - Post-Process <small>mil</small>	23	23	21	22	26	21	22	21	25	21	20	22	
Residual Gas <small>cc (ml)</small>	2.5	2.5	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Post-Process Gross Weight <small>(gm) oz</small>	246	244	245	240	241	249	240	240	240	241	241	238	
<i>Parameter of Seal:</i>	<i>Vis: 6.5sec</i>	<i>Seal: 3.5sec</i>	<i>Cool: 5.5sec</i>										
Viscosity <small>Bostwick cm / seconds @ °F</small>	Brookfield <small>cps # spindle @ RPMs @ °F</small>												



HEAT PENETRATION PRODUCT DATA <i>Test # 1 - 242°F</i>													
FOR USE WITH POUCHES													
COMPANY	POUCH SIZE <i>6.4oz</i>												
PLANT LOCATION <i>Guaymas</i>	TEST PERFORMED BY <i>CBA-RBB</i>											DATE <i>July 7th, 2011</i>	
PRODUCT (S&GRADE) <i>Chunk White in water (CAW)</i>													
RETORT TYPE & # <i>Steam # 6/2</i>	RPM												
CALSoft <sup>3D</sup> FILENAME <i>11070702.C32</i>	CALPlex Serial Number <i>CP06-0060</i>												
Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TC Type & Length <small>CM. / Flex / DataTrace</small>	Flex												
TC Position in Container <small>inches AB</small>	GC												
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal												
Fill Wt. (Ingr#1) <small>gm / oz</small>													
Fill Wt. (Ingr#2) <small>gm / oz</small>													
Fill Wt. (Ingr#3) <small>gm / oz</small>													
Gross Weight <small>(gm) oz</small>	241	237	237	238	239	247	243	240	241	242	240	241	231
Tare Weight (wild and TC) <small>(gm) oz</small>	59	56	57	57	58	66	62	58	59	59	59	59	55
Net Weight <small>(gm) oz</small>	182	181	180	181	181	181	182	182	182	183	181	182	177
Particle Size													
TC Impaled Before/After Test <small>(Y or N)</small>	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Drained Weight <small>gm / oz</small>													
Pouch Thickness - Pre-Process <small>mil</small>	30	28	21	21	30	21	22	23	22	22	21	24	25
Pouch Thickness - Post-Process <small>mil</small>	23	22	21	22	24	21	25						
Residual Gas <small>cc (ml)</small>	2	3.0	2	1	2	2.5	2	BAD TC					
Post-Process Gross Weight <small>(gm) oz</small>	241	237	238	239	247	247	243						
<i>Parameter of Seal:</i>	<i>Vis: 6.5sec</i>	<i>Seal: 3.5sec</i>	<i>Cool: 5.5sec</i>										
Viscosity <small>Bostwick cm / seconds @ °F</small>	Brookfield <small>cps # spindle @ RPMs @ °F</small>												



Heat Penetration  Temperature Distribution

COMPANY: \_\_\_\_\_ PLANT LOCATION: NYC  
 RETORT: STEM # 612 CONTROL SYSTEM: \_\_\_\_\_  
 Retort # 612 Technician: \_\_\_\_\_ Container: SILVER ANCHOR FILLER 64 OZ (CAN)  
 Containers/Layer: \_\_\_\_\_ Layers/Basket: \_\_\_\_\_ Containers/Load: Roller (KREW)  
 Ballast Containers:  Water-Filled  Product-Filled  Other \_\_\_\_\_  
 TEST DATE: July 07, 2011 CALSoft® Filename: 11090902\_C32  
 Retort Control Temp: 242 °C/°F Minimum Process Temp: \_\_\_\_\_ °C/°F

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
1					108		15	221		222		111	
2	184				104		16	223		224	3.0	109	
3	196		162		106		17	225		226	4.5	110	
4	201		180		107		18	226		227	5.0	108	
5	205		200		108		19	227		227	5.0	108	
6	208		198		108		20	228		228	5.5	108	
7	209		200		108		21	229		229	6.0	108	
8	210		203		106		22	230		231	6.5	108	
9	210		206		106		23	232		232	7.0	108	
10	212		212		106		24	233		233	7.5	106	
11	214		216		107		25	235		234	8.0	108	
12	216		216		109		26	236		235	8.5	108	
13	218		219		110		27	237		236	8.5	108	
14	220		221		110		28	239		239	9.0	108	

CUT: MIG @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F RTD @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F  
 Chart @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F Free Leads @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F

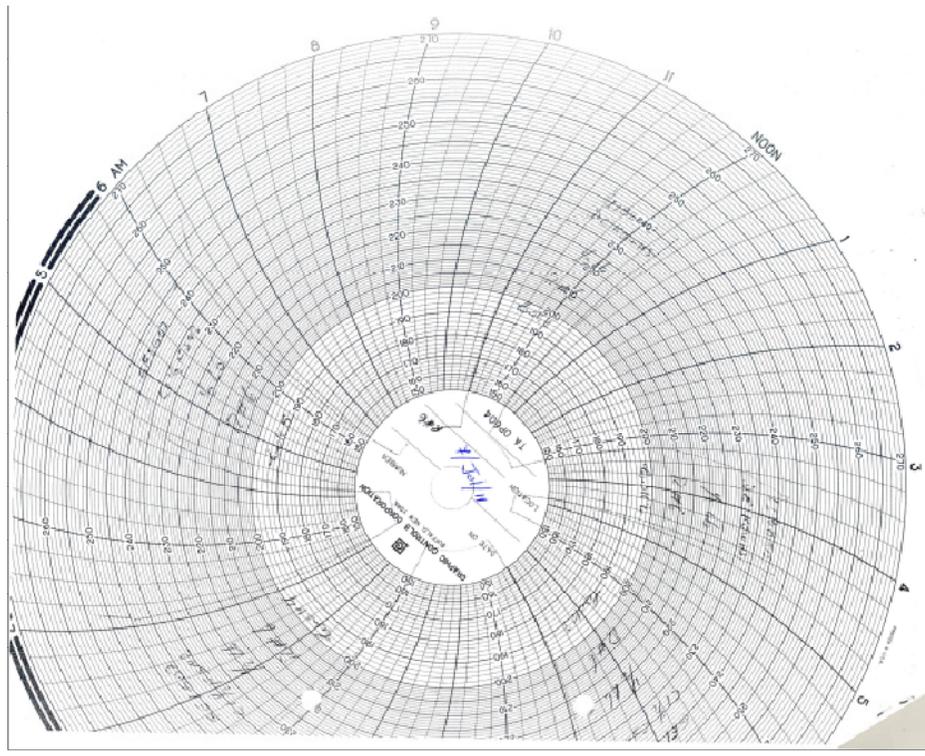
Time Entered Cool: \_\_\_\_\_  
 COMMENTS: TEST #1.  
\* CHECK DEL DREYDO.  
\* CHECK DEL VENTRO.

VIEW:

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
29	241		239	9.5	108		51	242		242	11.5	111	
30	242		240	10.0	107		52	242		242	11.5	111	
31	243		241	11.5	108		53	242		242	11.5	111	
32	244		243	11.5	109		54	242		242	11.5	111	
33	243		242	11.5	109		55	242		242	11.5	111	
34	243		242	11.5	110		56	242		242	11.5	111	
35	242		242	11.5	109		57	242		242	11.5	111	
36	242		242	11.5	108		58	242		242	11.5	111	
37	242		242	11.5	110		59	242		242	11.5	111	
38	242		242	11.5	110		60	242		242	11.5	111	
39	242		242	11.5	110		61	242		242	11.5	111	
40	242		242	11.5	110		62	242		242	11.5	111	
41	242		242	11.5	110		63	242		242	11.5	111	
42	242		242	11.5	110		64	242		242	11.5	111	
43	242		242	11.5	110		65	242		242	11.5	110	
44	242		242	11.5	110		66	242		242	11.5	110	
45	242		242	11.5	111		67	242		242	11.5	110	
46	242		242	11.5	111		68	242		242	11.5	110	
47	242		242	11.5	111		69	242		242	11.5	110	
48	242		242	11.5	111		70	242		242	11.5	110	
49	242		242	11.5	111		71	242		242	11.5	110	
50	242		242	11.5	111		72	242		242	11.5	110	

Controller Process Steps

Step #	Desc.	Temp.	Time	Pres	Step #	Desc.	Temp.	Time	Pres



Prueba a vapor saturado 238°F

**HEAT PENETRATION PRODUCT DATA** *Test #2 → 238°F*  
FOR USE WITH POUCHES

COMPANY Campana POUCH SIZE 6.4 oz  
 PLANT LOCATION Guayaquil TEST PERFORMED BY CEA-RPB DATE July 27th, 2011  
 PRODUCT (S/GRADE) Chunk White in water  
 RETORT TYPE & # Steam # 6/1 RPM \_\_\_\_\_  
 CALSoft® FILENAME NOTA01.C32 CALPlex Serial Number CP06-0060

Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TC Type & Length CNL / Flex / DataTrace	Flex											
TC Position in Container inches AB	GC											
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal											
Fill Wt. (Ingr#1) gm / oz												
Fill Wt. (Ingr#2) gm / oz												
Fill Wt. (Ingr#3) gm / oz												
Gross Weight gm / oz	238	241	239	244	240	247	245	237	234	241	240	239
Tare Weight (wild and TC) gm / oz	57	60	57	63	59	66	64	56	63	60	59	58
Net Weight gm / oz	181	181	182	181	182	182	182	183	182	181	182	182
Particle Size												
TC Impaled Before/After Test (Y or N)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Drained Weight gm / oz												
Pouch Thickness - Pre-Process inches	21	21	21	21	21	21	22	21	21	21	21	21
Pouch Thickness - Post-Process inches	25	25	22	22	23	24	25	21	23	23	22	24
Residual Gas cc / ml	2	1.5	1	1	2	2	0.5	2.5	2	2.5	2	2
Post-Process Gross Weight gm / oz	240	244	239	244	241	248	246	239	246	242	240	240
<i>Percentages of Sealed</i>	<i>Vis: 6.5 sec / ° Seal: 5 sec / ° Seal: 3.5 sec</i>											

Viscosity Brookstick \_\_\_\_\_ cP @ \_\_\_\_\_ °F Brookfield \_\_\_\_\_ cps # \_\_\_\_\_ spindle @ \_\_\_\_\_ RPMs @ \_\_\_\_\_ °F



**HEAT PENETRATION PRODUCT DATA** *Test #2 → 238°F*  
FOR USE WITH POUCHES

COMPANY \_\_\_\_\_ POUCH SIZE 6.4 oz  
 PLANT LOCATION Guayaquil TEST PERFORMED BY CEA-RPB DATE July 27th, 2011  
 PRODUCT (S/GRADE) Chunk White in water  
 RETORT TYPE & # Steam # 6 RPM \_\_\_\_\_  
 CALSoft® FILENAME NOTA01.C32 CALPlex Serial Number CP06-0060

Pouch/Lead Number (CALPlex channel)	16	17	18	19	20	21	22
TC Type & Length CNL / Flex / DataTrace	Flex						
TC Position in Container inches AB	GC						
Pouch Orientation (Horiz or Vert)	Horizontal						
Fill Wt. (Ingr#1) gm / oz							
Fill Wt. (Ingr#2) gm / oz							
Fill Wt. (Ingr#3) gm / oz							
Gross Weight gm / oz	239	240	239	240	240	243	239
Tare Weight (wild and TC) gm / oz	57	59	58	59	59	62	58
Net Weight gm / oz	182	182	182	182	181	181	182
Particle Size							
TC Impaled Before/After Test (Y or N)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Drained Weight gm / oz							
Pouch Thickness - Pre-Process inches	21	22	21	22	22	23	22
Pouch Thickness - Post-Process inches	23	23	22	25	23	23	23
Residual Gas cc / ml	1	2.5	2.5	2	1	1	2
Post-Process Gross Weight gm / oz	238	241	240	241	240	243	240
<i>Percentages of Sealed</i>	<i>Vis: 6.5 sec / ° Seal: 3.5 sec / ° Seal: 5.2 sec</i>						

Viscosity Brookstick \_\_\_\_\_ cP @ \_\_\_\_\_ °F Brookfield \_\_\_\_\_ cps # \_\_\_\_\_ spindle @ \_\_\_\_\_ RPMs @ \_\_\_\_\_ °F



**Heat Penetration      Temperature Distribution**

COMPAN: \_\_\_\_\_ PLANT LOCATION: Cupobahial  
 RETORT: STENO# 6 CONTROL SYSTEM: Manual  
 Retort #: 611 Technician: CBA Container: Pouch 6.4oz  
 Containers/Layer: \_\_\_\_\_ Layers/Basket: \_\_\_\_\_ Containers/Load: Dellet (Production)  
 Ballast Containers:  Water-Filled  Product-Filled CAW  Other \_\_\_\_\_  
 TEST DATE: 8/02/2011 CALSoft® Filename: 1107001 CA2  
 Retort Control Temp: 238 °C Minimum Process Temp: \_\_\_\_\_ °C / °F

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
1	—	—	—	108	—	—	15	217	—	217	2	110	—
2	180	—	—	108	—	—	16	218	—	219	2	110	—
3	191	—	150	—	108	—	17	219	—	220	3	109	—
4	199	—	170	—	109	—	18	221	—	222	3.5	109	—
5	201	—	186	—	109	—	19	222	—	223	4	109	—
6	204	—	195	—	109	—	20	223	—	225	4.5	109	—
7	206	—	207	—	109	—	21	225	—	226	4.5	109	—
8	209	—	207	—	110	—	22	226	—	227	5	109	—
9	210	—	209	—	110	—	23	228	—	227	5.5	110	—
10	210	—	210	—	110	—	24	229	—	228	5.5	110	—
11	211	—	211	—	110	—	25	230	—	228	5.5	110	—
12	212	—	212	—	110	—	26	231	—	232	5.5	110	—
13	213	—	214	—	110	—	27	233	—	233	7.5	110	—
14	216	—	216	2	110	—	28	234	—	234	7.5	110	—

CUT: MIG @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F      RTD @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F  
 Chart @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F      Free Leads @ \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ °C / °F

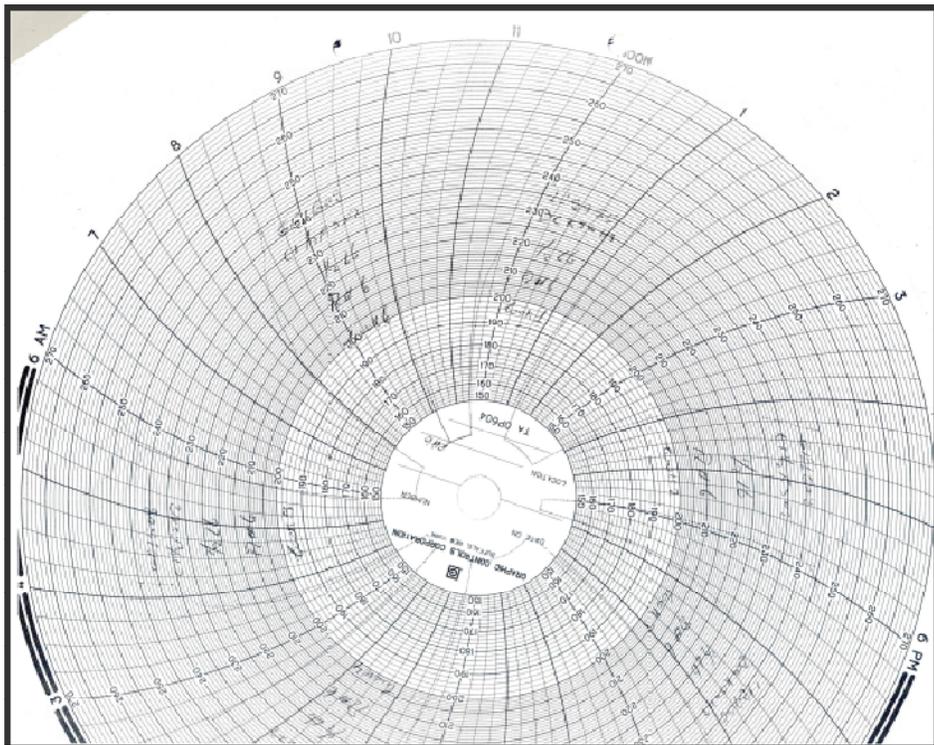
Time Entered Cool: \_\_\_\_\_  
 COMMENTS: 4 CERIE DEL VENTEO      PASA: \_\_\_\_\_

UNSAFE:

Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level	Elapsed Time	MIG	Con-troller	Chart	PSIG	Flow (gpm)	Water Level
29	235	—	235	8.0	110	—	51	238	—	238	9.5	110	—
30	236	—	236	9.5	111	—	52	238	—	238	9.5	109	—
31	237	—	237	9.0	108	—	53	238	—	238	9.5	109	—
32	238	—	238	9.5	108	—	54	238	—	238	9.5	108	—
33	239	—	239	9.5	106	—	55	238	—	238	9.5	108	—
34	240	—	239	9.5	106	—	56	238	—	238	9.5	110	—
35	240	—	238	9.5	106	—	57	238	—	238	9.5	110	—
36	242	—	243	11.0	107	—	58	238	—	238	9.5	110	—
37	238	—	238	10.0	107	—	59	237	—	238	9.5	110	—
38	237	—	238	10.0	106	—	60	238	—	238	9.5	111	—
39	237	—	238	9.5	107	—	61	238	—	238	9.5	109	—
40	237	—	238	9.5	108	—	62	238	—	238	9.5	109	—
41	237	—	238	9.5	107	—	63	238	—	238	9.5	110	—
42	237	—	238	9.5	107	—	64	238	—	238	9.5	110	—
43	237	—	237	9.5	110	—	65	238	—	238	9.5	110	—
44	237	—	237	9.5	110	—	66	238	—	238	9.5	110	—
45	237	—	238	9.5	110	—	67	238	—	238	9.5	110	—
46	237	—	238	9.5	110	—	68	238	—	238	9.5	110	—
47	238	—	238	9.5	110	—	69	238	—	238	9.5	109	—
48	238	—	238	9.5	110	—	70	238	—	238	9.5	110	—
49	238	—	238	9.5	110	—	71	238	—	238	9.5	110	—
50	238	—	238	9.5	110	—	72	238	—	238	9.5	110	—

Controller Process Steps

Step #	Desc	Temp	Time	Pres	Step #	Desc	Temp	Time	Pres



# BIBLIOGRAFÍA

ASTM F88 / F88M - 09 Standard Test Method for Seal Strength of Flexible Barrier Materials.

Disponible en: <http://www.astm.org/standards/f88.htm>

ASTM F2054 - 07 Standard Test Method for Burst Testing of flexible package seals using internal air pressurization within restraining plates. Disponible en:

<http://www.astm.org/standards/f2054.htm>

BC Seafood Fact Sheets. BC Tuna Fishermen's Association. British Columbia, Canada, 2004. Disponible en: [http://www.bcseafoodonline.com/files/albacore\\_tuna.html](http://www.bcseafoodonline.com/files/albacore_tuna.html)

Blakistone, B. Retortable pouches. In: Encyclopedia of Agricultural and Food Engineering. Ed Marcel Dekker Inc. New York 6 p. 2003.

Brody, et al. The return of the retort pouch. Food technology 56. 76-79. 2003.

CFR 113 – Thermally processed low-acid foods packaged in hermetically sealed containers.

Disponible en: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?cfrpart=113>

Canadian Food Inspection Agency (CFIA-ACIA). 2002. Flexible retort Pouch defects.

Available in <http://www.inspection.gc.ca>

Corporación ENYA – Energía y Ambiente. 2009. Estudio de impacto ambiental expost y plan de manejo ambiental del proyecto Marbelize S.A. disponible en: [enyatec.com.ec/document/cap\\_3.doc](http://enyatec.com.ec/document/cap_3.doc)

Campbell, S. Evaluation of retort performance and influence of Entrapped air on heat transfer into flexibly packaged Simulated foods. Master Thesis. Department of Food Science and Agricultural Chemistry. Macdonald College of McGill University. Montreal, Canada. 1990.

Davis, J. Tensile Testing, Second Edition. ASM International. Ohio, USA. 2004.

Estados Unidos. Food and Drugs Administration (FDA). 2002. Code federal Regulations 21

Estados Unidos. Food and Drugs Administration (FDA). 2011. Code federal Regulations 21 CFR 161.190 – Requirements for Specific Standardized Fish and Shellfish. Canned tuna. Disponible en: <http://cfr.vlex.com/vid/161-190-canned-tuna-19705471>

FAO Species Catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. Collette, B.B. & C.E. Nauen. 1983. *Fao fish. Synop.*, (125)vol.2:137 p

Gallo, M. 2002. Envases flexibles retortables una alternativa para el Envasado de productos pesqueros. Primer seminario virtual de ciencias del mar OANNES. Disponible en: <http://www.oannes.org.pe/seminario/02itpretornable.htm>

García-Arias, M.T, Navarro, M.P y García-Linares, M.C. Effects of different thermal treatments and storage on the proximate composition and protein quality in canned tuna. *ALAN*, mar. 2004, vol.54, no.1, p.112-117. ISSN 0004-0622.

Hosahalli R. and Marcotte M. Food Processing, principles and application.. CRC Press Taylor and Francis Group. 2006. Pag 104 tabla 3,13.

INTA. Bondades nutricionales del pescado. publicación periódica en línea. URL: <http://www.inta.cl/Consumidor/tripticos/Pescado/index.asp?offset=1.htm>

Lampi, R. 1977. Flexible packaging for thermo processed Foods. *Advances in food Research*, vol 23, pág: 306-429

Martínez López Antonio. Empaques flexible autoclavables. Centro de realización: Instituto de Agroquímica y Tecnología se Alimentos (C.S.I.C.). Universidad de Valencia. 1987.

Núñez, H.2004. Desarrollo de producto sobre la base de salmón procesado en bolsas esterilizables; comparación con producto fresco y esterilizado en envase de hojalata. Tesis Lic. Ing. Alimentos, Departamento de Procesos Químicos, Biotecnológicos y Ambientales. Universidad Técnica Federico Santa María, Viña del Mar.

Maturin, L., Peeler, J. Bacteriological Analytical Manual. Aerobic Plate Count. Chapter 3. FDA/CFSAN. January 2001

Mermelstein, N. An overview of the retort pouch in the U.S. J. Food Technology 30: 28-37. 1976.

Mitchell, M. 2002. Modelación matemática como herramienta para el desarrollo de productos y procesos: aplicación a la esterilización comercial del jurel en bolsas esterilizables. Tesis Lic. Ing. Alimentos, Departamento de procesos químicos, biotecnológicos y ambientales. Universidad Técnica Federico Santa María, Viña del Mar.

National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Services. Pacific Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*). 2011.

Ojea, G. Cambios en la calidad de los alimentos marinos durante la esterilización por el calor. Industria Conservera 1999; 7 ( 26): 38-42.

Ortiz, v. et al. Instituto Español de Oceanografía (IEO). La pesquería de atún blanco en el mar Cantábrico. Resumen del periodo 2003-2006. Santander, España. 2007.

Packaging Digest, Retortable salmon pouch spawns processor benefits. (North Pacific Processors Inc.) 1998. Available in <http://www.highbeam.com/doc/1G1-20365770.html>

Perez, D. Simulación de Procesos Térmicos de Alimentos de Formas Complejas Envasadas al vacío en bolsas Esterilizables. Tesis Lic. Ing. Alimentos. Universidad austral de Chile. Valdivia. Chile. 2007

Perez Martin Ricardo Isaac. Optimización de las condiciones de tratamiento térmico en dos nuevas conservas, de distinta acidez, en base a la termorresistencia de los microorganismos y a los principales factores de calidad. Centro de realización: instituto de investigaciones pesqueras de Vigo (C.S.I.C.). Universidad de Santiago de Compostela. 1985.

Peter Vlieg A & Talbot Murray. Proximate composition of albacore Tuna, *Thunnus Alalunga*, from the Temperate South Pacific and Tasman Sea. New Zealand journal of marine and Freshwater research. 1988, vol 22: 491-496. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00288330.1988.9516318>

Peter Vlieg, Denis R. Body. Lipid contents and fatty acid composition of some new zealand freshwater finfish and marine finfish, shellfish, and roes. *New zealand journal of marine and freshwater research*, 1988, vol. 22: 151-162. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00288330.1988.9516287>

PFLUG, I. J. Calculating FT-values for heat preservation of shelf-stable, low-acid canned foods using the straight-line semilogarithmic model. *Journal of Food Protection* 50(7): 608-615. 1987b.

ProChile. Perfil de mercado albacora- Estados Unidos. Washington, D.C., Junio 2006. Disponible en: [www.acg.cl/recursos/documentos/...de...mercado-albacora](http://www.acg.cl/recursos/documentos/...de...mercado-albacora).

QTECH. Definición Proceso Térmico: Estudio de penetración de calor en trozos de jurel envasados en bolsas esterilizables. Planta Coronel de Pesquera San José. Coronel, VIII Región. Informe Técnico N° S01604. 2004

Rodrigo, M.; Martínez, A. y Carballo, B. Medida de la termorresistencia de los microorganismos. I. Termobacteriología. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*. Vol. 30 (2). Valencia, España, 1990.

Seet, S., Duane Brown, W. Nutritional Quality of Raw, Precooked and Canned Albacore Tuna (*Thunnus alalunga*). *Journal of Food Science*. Volume 48, Issue 1, pages 288–289, Enero, 1983.

Stumbo, C.R. 1973 Termobacteriología en Procesamiento de Alimentos, 2nd ed. Academy Press, New York, p. 256.

Young, K. Thiamine Degradation in a luncheon type ham product thermally processed in retort pouches and cans. Master Thesis. The University of British Columbia. 1984.