



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**  
**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACION,**  
**RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS**  
**ALIMENTOS**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE**  
**ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD**



TEMA.

**“ESTUDIO DE PROCESOS TERMICOS EN CONSERVAS DE ATUN**  
**EN ENVASE FLEXIBLE”**

ELABORADO POR:  
**NIXZON ESTALIN JIMBO CASTILLO**

TESIS DE GRADO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA  
OBTENER EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

**MANTA**

**MANABI**

**ECUADOR**

## *AGRADECIMIENTOS*

*Primero, agradezco a Dios  
por su infinito amor.*

*Mi agradecimiento y gratitud a los  
Sres, Profesores de la Universidad Santiago de Chile  
Por los conocimientos impartidos y al Personal  
Administrativo del Cepirci.*

*Al Dr. Fernando Osorio, por su sabia dirección en la  
ejecución de este trabajo.*

*Al Lcdo. Ricardo Herrera, Presidente de Tecopesca C.A.  
por las facilidades brindadas para la realización de la  
presente investigación.*

*Esta tesis de grado de la Maestría en Alimentos, cuenta  
con el soporte del CIEN AUSTRAL y bajo la tutoría de:  
Dr. Fernando Osorio*

## *DEDICATORIA*

*A mis Padres, por su eterno amor, ejemplo de constancia y sacrificio.*

*A Ceci: esposa, amiga y compañera. Apoyo permanente y constante.*

*A mis hijos: Andrés, Andrea e Ivanna, por ser la razón que me impulsa a crecer profesionalmente.*

*A mis hermanos y amigos, por su incentivo y confianza*

## RESUMEN

Para conservas de atún, se ha realizado estudios de penetración de calor y cálculo de procesos térmicos para dos tipos de producto: en aceite y en agua utilizando como material de empaque bolsas flexibles retortables “*pouch*”, en la presentación de 200 g.

Se evalúa la masa escurrida del producto terminado, considerando como valor mínimo el 95% del peso neto total del producto (190 g.); y, la influencia que en esta ejercen las variables: masa de pescado y porcentaje de flakes.

Se realizan estudios de penetración de calor y cálculo de procesos térmicos aplicando el “método de Ball”, para la esterilización comercial de las conservas en pouch, para valores de  $F_0 = 4, 5$  y  $6$  a temperaturas de  $114, 115, 116$  y  $117^\circ\text{C}$  para el producto obtenido con 85% de pescado frente al contenido neto total, utilizando el equipo para medición de temperatura: **SCANNER, CALPLEX DE TECHNICAL CO.** y el software **CALsoft32 DE TECHNICAL CO.**

Mediante pruebas de estabilidad y esterilidad se concluye que las combinaciones de tiempo y temperatura aplicadas, son adecuadas para obtener productos comercialmente estériles (aptos para el consumo) y con buenas características organolépticas.

## ABSTRACT

For tuna preserves, has been carried out studies of penetration of heat and calculation of thermal processes for two product types: in oil and in water using as material of packing retort flexible bags "*pouch*", in the presentation of 200 g

The drained mass of the finished product is evaluated, considering as minimum value 95% of the total weight net of the product (190 g.); and, the influence of the variables: fish mass and flakes percentage

They are carried out studies of heat penetration and calculation of thermal processes applying the "method of Ball", for the commercial sterilization of the preserves in pouch, for values of  $F_0 = 4, 5$  and  $6$  to temperatures of  $114, 115, 116$  and  $117^\circ\text{C}$  for the product obtained with 85 fish% in front of the total net content, using the team for mensuration of temperature: SCANNER, CALPLEX DE TECHNICAL CO. and the software CALsoft32 DE TECHNICAL CO.

By means of tests of stability and sterility you concluded that the combinations of time and temperature applied, are adapted to obtain commercially sterile products (capable for the consumption) and with good organoleptics characteristics.

## INDICE

	Página	
CAPITULO I		
1.1	Introducción	12
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo General	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	Alcance	15
CAPITULO II		
REVISION BIBLIOGRAFICA		
2.1	Principios de Procesamiento térmico	16
2.1.1	Destrucción térmica de las bacterias	16
2.1.2	Requisitos de Tratamiento Térmico de los Productos Pesqueros	
	Envasados	21
2.1.3	El Concepto de Rigurosidad del Tratamiento Térmico (Valor $F_0$ )	24
2.1.3.1	Determinación de los valores $F_0$	28
2.1.3.2	Método general mejorado para el cálculo de $F_0$	30
2.1.3.3	Integración y método trapezoidal	33
2.1.4	Especificación del Programa de Tratamiento Térmico	35
2.1.5	Aplicación y Control del Tratamiento Programado	40

2.2	Materiales de envasado para productos pesqueros en conserva	42
2.2.1	Productos plásticos y laminados	43

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y METODOS

3.1	Diseño Experimental	46
3.2	Materiales y Equipos	47
3.3	Métodos	49
3.3.1	Distribución y Penetración de calor	49
3.3.2	Elaboración de la conserva	51
3.3.3	Evaluación de la masa escurrida	55
3.3.4	Evaluación del producto final	56

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSION

4.1	Elaboración de la conserva: pouch de atún en aceite y en agua, peso neto 200 g. Evaluación de la masa escurrida	57
4.2	Penetración de calor	60
4.3	Evaluación del producto final	62

## CAPITULO V

CONCLUSIONES	64
--------------	----

## CAPITULO VI

RECOMENDACIONES	67
-----------------	----

## CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
----------------------------	----

## APENDICES

### APENDICE A

A1. Diagrama de flujo	74
-----------------------	----

A2. Fotos del proceso de pouch	75
--------------------------------	----

### APENDICE B

TABLA B1. Resultados de análisis de la materia prima (lomitos de atún) utilizada en la elaboración de atún en pouch.	82
--	----

TABLA B2. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	82
---	----

TABLA B3. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	82
TABLA B4. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	83
TABLA B5. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	83
TABLA B6. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	83
TABLA B7. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	84
TABLA B8. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	84
TABLA B9. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	84
TABLA B10. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	85
TABLA B11. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	85
TABLA B12. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	85
TABLA B13. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	86
TABLA B14. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	86
TABLA B15. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	86
TABLA B16. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	87
TABLA B17. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	87
TABLA B18. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	87
TABLA B19. Valores experimentales <sup>1</sup> de masa escurrida para pouch	

de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	88
TABLA B20. Valores promedios de masa escurrida para los diferentes tratamientos, tanto para producto en aceite como producto en agua	88
TABLA B21. Valores totales de masa escurrida para los diferentes tratamientos, para pouch de 200 g en aceite	88
TABLA B22. Valores totales de masa escurrida para los diferentes tratamientos, para pouch de 200 g en agua	89
TABLA B23. Análisis de varianza para masa escurrida en pouch de 200 g en aceite, con $\alpha = 0.05$	89
TABLA B24. Análisis de varianza para masa escurrida en pouch de 200 g en agua, con $\alpha = 0.05$	89
GRAFICO B1. Masa escurrida para tratamientos, pouch en aceite	90
GRAFICO B2. Masa escurrida para tratamientos, pouch en agua	91
 APENDICE C	
TABLA C1. Datos de penetración de calor (historias de temperaturas) para los productos: pouch de atún en aceite y pouch de atún en agua.	93
TABLA C2. Historias de temperaturas durante el estudio de penetración de calor en pouches de 200 g. en aceite, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> . Valores tomados de las termocuplas 1 a 6 respectivamente.	99
TABLA C3. Historias de temperaturas durante el estudio de penetración de calor en pouches de 200 g. en agua, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> . Valores tomados de las termocuplas 7 a 13 respectivamente.	100
TABLA C4. Historias de temperaturas durante el estudio de penetración de calor en pouches de 200 g. en aceite y en agua, para el tratamiento A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> . Valores promedios tomados de las termocuplas usadas para cada producto.	101
GRAFICO C1. Penetración de calor en pouch de atún en aceite, 200 g.	102
GRAFICO C2. Penetración de calor en pouch de atún en agua, 200 g.	103
GRAFICO C3. Penetración de calor en pouch de atún en agua y aceite, valores promedios de todas las termocuplas usadas para cada producto	104

## APENDICE D

TABLA D1. Factores Críticos y de Penetración de Calor, valores de proceso programado para  $F_0 = 4$  106

GRAFICO D1. Tiempos de proceso térmico ( $F_0 = 4$ ) para pouch de atún de 200 g. 107

## APENDICE E

APENDICE E1. Control de Incubación del producto terminado 109

APENDICE E2. Resultados Microbiológicos en el producto terminado 110

## CAPITULO I

### 1.1 INTRODUCCION

Los recursos pesqueros marítimos ecuatorianos (cuya distribución va desde 32° 43' Norte hasta 37° 00' Sur en el Océano Pacífico Oriental) son enormes y muy variados, así tenemos las siguientes especies: atún (*Thunnus albacares*, *Thunnus obesus*, *Katsuwonus pelamis*), dorado (*Coryphaena hippurus*), colorado (*Epinephelus acanthistius*), corvina (*Cynoscion phoxocephalus*), corvina plateada (*Cynoscion albus*), lisa (*Mugil cephalus*), pez espada (*Xiphias gladius*), entre otras. Su condición de país ribereño del océano Pacífico y la influencia de la corriente fría de Humboldt, que actúa como agente modificador de las condiciones ecológicas de la zona marítima adyacente a las costas del país, han determinado que el país cuente con una riqueza pesquera notable que comprende una gran variedad de especies de alto valor comercial, como: atún (*Thunnus albacares*, *Thunnus obesus*, *Katsuwonus pelamis*), dorado (*Coryphaena hippurus*), pez espada (*Xiphias gladius*), etc. El sector pesquero para el 2007 se prevee que aportara con el 1.8% a PIB ([www.bce.fin.ec](http://www.bce.fin.ec)).

La flota pesca en las costas, tanto continentales como insulares. La actividad pesquera está presente a lo largo de toda la costa del país, aunque los puertos pesqueros se ubican especialmente en la zona del golfo de Guayaquil, en la península de Santa Elena y en las provincias de Manabí y Esmeraldas.

El sector pesquero da ocupación a unas 400.000 personas, (Revista Ecuador Pesquero N° 38 de la Cámara Nacional de Pesquería).

Dentro del sector pesquero ecuatoriano, el subsector de la industria del atún ha adquirido en los últimos años una indudable importancia para la economía nacional, representando el sector pesquero el 1.8% del PIB. Se ha convertido en una industria muy competitiva y globalizada que crece en producción orientada tanto para el mercado interno como para el externo. De la industria del atún dependen de manera directa e indirecta 250 mil ecuatorianos (Revista Ecuador Pesquero N° 38 de la Cámara Nacional de Pesquería).

### **Elaboración de conservas de atún en “*pouch*”.**

Tradicionalmente las conservas de atún han utilizado las latas metálicas como el principal empaque, no fue hasta 1981 (cuando el peróxido de hidrógeno fue aprobado como esterilizante para superficies de envases que tuviesen contacto con alimentos) que los envases semi-rígidos y flexibles pudieron ser utilizados para alimentos de baja acidez envasados en forma aséptica.

Actualmente se está notando un cambio en los procesos industriales de elaboración de conservas de atún, básicamente el uso de bolsas retortables,

aunque no está reemplazando el uso de las latas metálicas, ha adquirido una buena aceptación, a tal punto que se están haciendo inversiones considerables en la industrias atuneras para fabricar este producto. En la ciudad de Manta-Ecuador, varias industrias han incursionado ya en la fabricación de dicho producto, dada la aceptación a nivel.

Hoy en día una gran variedad de ambos tipos de envase, tanto flexibles como semi-rígidos, son utilizados en forma comercial.

### **Envase flexible**

Envase en el cual su forma o perfil son afectados de forma significativa por el producto contenido al ser llenado y sellado (Gavin y Wedding, 1995).

El primer envase flexible utilizado para alimentos de baja acidez fue la bolsa autoclavable; esta bolsa fue desarrollada a comienzos de los sesenta por los militares norteamericanos como recipiente para la ración de campaña. Sin embargo, no fue aprobada para uso general en alimentos hasta 1977 (Gavin y Wedding, 1995).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el proceso térmico para la elaboración de “conservas de atún en envases flexibles retortables en presentación de 200 g., en aceite y en agua”.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1 Elaborar dos tipos de conserva de atún en envase flexible (*pouch*): utilizando aceite, y agua, en función de la masa escurrida mínima en el producto terminado.
- 2 Realizar estudios de penetración de calor a las conservas obtenidas, y calcular los procesos térmicos adecuados que permitan obtener productos comercialmente estériles.

## **1.3 ALCANCE**

Considerando el potencial atunero del país, con un sinnúmero de Empresas dedicadas a esta actividad, este trabajo pretende aportar justamente a aquel sector industrial dedicado al procesamiento y comercialización de conservas de atún en envases flexibles o para aquellos que pretender incursionar en ello.

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 2.1 PRINCIPIOS DE PROCESAMIENTO TERMICO

Los principios para la determinación de procesos térmicos seguros han sido presentados en detalle en varios textos. Se revisarán algunos de los principios básicos para esta determinación, según Warne (1989).

##### 2.1.1 Destrucción Térmica de las Bacterias

Cuando se desembarca, el pescado contiene en las vísceras y sobre la piel millones de bacterias que, si se dejan proliferar, conducen rápidamente a la pérdida de la frescura y, finalmente a la descomposición del producto. Durante la manipulación posterior a la captura, en el tránsito hacia la fábrica de conservas los pescados se contaminan con otras bacterias; éstas aceleran aún más el deterioro, a menos que se apliquen medidas de protección (como el enfriamiento con hielo). La preparación de conservas consiste en utilizar el calor por sí solo, o junto con otros medios de conservación, para matar o inactivar todos los contaminantes microbianos, y envasar el producto en recipientes herméticamente cerrados que los protejan de la recontaminación. Aunque todas las operaciones de la fabricación de conservas están encaminadas en primer lugar a impedir el deterioro, el tratamiento térmico también cocina el pescado y en algunos casos ablanda las espinas, procesos

indispensables que confieren a los productos pesqueros en conserva sus propiedades organolépticas.

Para que los productos sean absolutamente seguros, los fabricantes de pescado en conserva deben cerciorarse de que el tratamiento térmico al que se someten es suficiente para eliminar todos los microorganismos patógenos responsables de la descomposición. De estos, el *Clostridium botulinum* es indudablemente el más conocido, porque si consigue reproducirse dentro del envase sellado, puede llevar a la formación de una toxina potencialmente letal. Afortunadamente, los brotes de botulismo debidos al consumo de productos pesqueros en conserva son extremadamente raros (Warne, 1989). Sin embargo, como bien saben quienes conocieron los brotes de botulismo derivados de salmón envasado de 1978 y 1982 (Warne, 1989), un sólo error en la producción de una temporada puede hundir toda una industria. Los costos de un descuido son tan prohibitivos que los fabricantes de pescado en conserva no escatiman esfuerzos para asegurar la inocuidad de sus productos. La seguridad para el usuario final y el éxito comercial del fabricante sólo estarán garantizados si se conocen a fondo y se controlan adecuadamente todos los aspectos del tratamiento térmico (Warne, 1989).

Cuando las bacterias se someten a calor húmedo a temperaturas letales (por ejemplo, en una lata de pescado durante el tratamiento en autoclave), se observa un orden logarítmico de muertes (Warne, 1989). En la Figura 1 se muestra un diagrama (conocido como la curva de sobrevivientes) de la destrucción de esporas bacterianas mediante el calor a una temperatura letal constante. Como se

puede ver, el intervalo de tiempo requerido para reducir el número de sobrevivientes a una décima parte (es decir, una disminución del 90 %) es constante; esto significa que el tiempo necesario para reducir la población de esporas de 10000 a 1000 es igual que el que se requiere para que disminuya de 1000 a 100. Este intervalo se conoce como tiempo de reducción decimal o "valor D". El valor D de las esporas bacterianas es independiente de las cantidades iniciales, pero varía según la temperatura del medio de calentamiento. Cuanto más elevada sea la temperatura, más rápida será la destrucción térmica y más bajo será el valor "D". La unidad de medida del valor D es el minuto (min) (también se especifica la temperatura; en las aplicaciones del envasado de pescado se puede presuponer una temperatura de 121.1°C.), otra característica implícita de la curva de sobrevivientes es que, por más reducciones decimales que se produzcan durante un tratamiento térmico, siempre habrá alguna probabilidad de que sobrevivan esporas. En la práctica, los fabricantes de conservas de pescado se dan por satisfechos si la probabilidad de supervivencia de esporas patógenas es suficientemente remota como para que no entrañe ningún riesgo significativo para la salud pública. Además de eso, aceptan, como riesgo comercial, la probabilidad mayor de que ocurra algún deterioro no patógeno.

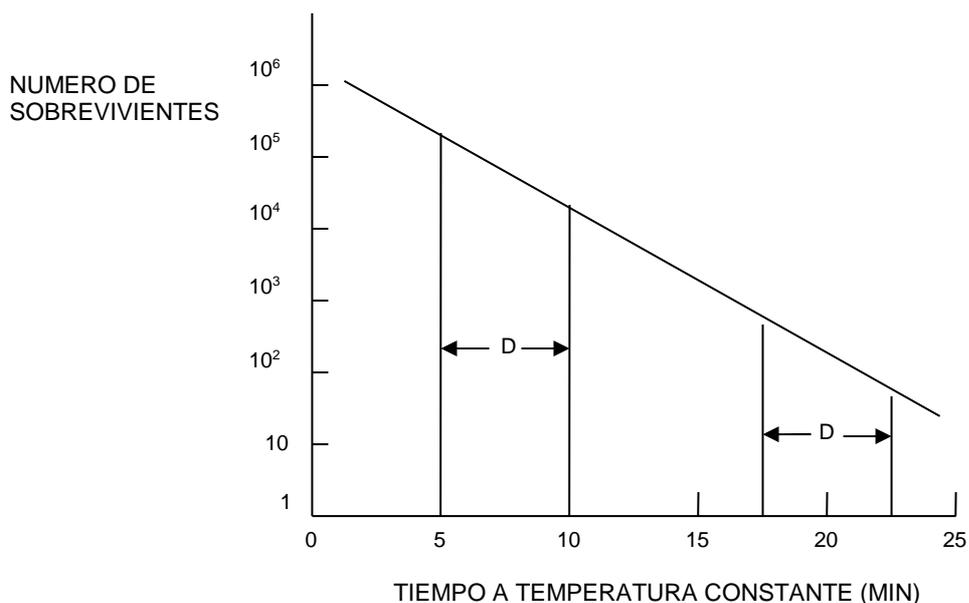


Figura 1. Curva de sobrevivientes, con un valor D de 5 min. para las esporas bacterianas sometidas a tratamiento térmico a una temperatura letal constante.

En el Cuadro 1 aparecen los valores D de referencia para las bacterias que normalmente revisten importancia para la industria conservera. Como se puede observar, no todas las esporas bacterianas tienen los mismos valores D; por lo tanto, un tratamiento térmico destinado, por ejemplo, a reducir la población de esporas de una especie en un factor de 10 (o sea, 9 reducciones decimales o un tratamiento de 9D) producirá una destrucción de distinto grado de las esporas de otras especie. Así pues, lo que debe hacer el fabricante de pescado en conserva es seleccionar el nivel apropiado de supervivencia de esporas de cada una de las especies contaminantes. Las esporas termófilas (que germinan y crecen en una gama de temperaturas comprendida entre 40 y 70°C y cuyas temperaturas óptimas de proliferación giran en torno a 55°C) son más resistentes al calor y tienen, por lo tanto, valores D más elevados que las esporas con

temperaturas óptimas de proliferación mesófilas (es decir, entre 15° y 40°C) (Warne, 1989). Esto significa que las materias primas con altos niveles de esporas termófilas requerirán tratamientos térmicos más rigurosos que los productos que contengan sólo microorganismos formadores de esporas mesófilas, si se quiere alcanzar el mismo grado de destrucción térmica de ambas especies.

Cuadro 1. Tiempos de reducción decimal (valores D) para las esporas bacterianas de importancia en la fabricación de pescado en conserva

Organismo	Temperatura aproximada de proliferación opt. (°C)	Valor D (min.) a/
<i>B. stearothermophilus</i>	55	D <sub>121.1</sub> 4.0 – 5.0
<i>C. thermosaccharolyticum</i>	55	D <sub>121.1</sub> 3.0 – 4.0
<i>D. nigrificans</i>	55	D <sub>121.1</sub> 2.0 – 3.0
<i>C. botulinum</i> (tipos A y B)	37	D <sub>121.1</sub> 0.1 – 0.23
<i>C. sporogenes</i> (PA 3679)	37	D <sub>121.1</sub> 0.1 – 1.5
<i>B. coagulans</i>	37	D <sub>121.1</sub> 0.01 – 0.07
<i>C. botulinum</i> (tipo E)	30-35 <sup>b/</sup>	D <sub>82.2</sub> 0.3 – 3.0

a/ Los valores D consignados en el cuadro se refieren a una temperatura de 121.1 °C, salvo el del *C. botulinum* tipo E, cuyas esporas son relativamente sensibles al calor y mueren a temperaturas de pasteurización (por ejemplo, de 82.2°C)

b/ Aunque la gama de temperaturas de crecimiento óptimo del *C. botulinum* tipo E es de 30-35°C, este microorganismo soporta un mínimo de 3.3°C, lo que significa que puede proliferar a temperaturas de refrigeración. (Warne, 1989).

## **2.1.2 Requisitos de Tratamiento Térmico de los Productos Pesqueros**

### **Envasados**

Desde el punto de vista de la prevención del deterioro bacteriano del producto acabado, el fabricante de pescado en conserva debe tomar en consideración dos factores al seleccionar las condiciones del tratamiento térmico. El primero es que el producto no sea fuente de botulismo para los consumidores, y el segundo, que el riesgo de deterioro no patógeno se mantenga en niveles comerciales aceptables (Warne, 1989).

La prevención del botulismo causado por un procesamiento insuficiente implica que la probabilidad de que sobrevivan esporas de *C. botulinum* después del tratamiento térmico ha de ser suficientemente remota como para no constituir un riesgo significativo para la salud del consumidor. La experiencia ha demostrado que un tratamiento equivalente a doce reducciones decimales en la población de esporas de *C. botulinum* es suficiente para garantizar la inocuidad (Warne, 1989). Este sería un tratamiento de 12D ; suponiendo una carga inicial de una espora por gramo de producto, con un tratamiento de ese tipo la probabilidad de que sobrevivan esporas de *C. botulinum* es de  $10^{-12}$ . Esto significa que de cada millón de millones de envases con una carga inicial de esporas de *C. botulinum* de 1/g que se someten a un tratamiento de 12D, uno sólo contendrá una espora viva. Esta probabilidad tan baja de supervivencia es comercialmente aceptable, puesto que

no representa un peligro para la salud. El excelente historial de la industria conservera en lo que respecta a la incidencia de botulismo provocado por tratamiento insuficiente confirma la validez de esta opinión.

En los Estados Unidos, en el período comprendido entre 1940 y 1982 - en el que se estima que se produjeron anualmente 30000 millones de unidades de alimentos poco ácidos envasados (de los cuales, aproximadamente 1000 millones de unidades anuales fueron de pescado y mariscos en conserva) ha habido dos brotes (con cuatro casos y dos muertes) de botulismo en seres humanos atribuibles a un tratamiento térmico insuficiente de alimentos envasados comercialmente en recipientes metálicos (Warne, 1989). Esto representa una tasa de botulismo por fallas en la selección o aplicación del programa de tratamiento térmico  $< a 1 \times 10^{12}$  , exactamente  $0.6 \times 10^{12}$

Aunque no constituye un problema tan serio como el botulismo, la deterioración provocada por bacterias no patógenas, si se repite, termina por poner en peligro la rentabilidad y viabilidad comercial de la operación de envasado. Vistos los riesgos comerciales de fracaso del producto, los fabricantes de conservas deberían cuantificar los niveles máximos tolerables de supervivencia de esporas en sus alimentos envasados. Aquí también, al igual que con la adopción de un tratamiento mínimo de 12D para prevenir el botulismo, la experiencia proporciona la mejor orientación para determinar cuáles son los niveles aceptables de supervivencia de esporas no patógenas. Para las esporas mesófilas distintas de las del *C. botulinum*, se considera suficiente un tratamiento de 5D; para las esporas

termófilas, en cambio, la idoneidad del tratamiento se establece, en general, en términos de la probabilidad de supervivencia de esporas que puede ser aceptable desde el punto de vista comercial. En otras palabras, se trata de decidir cuál es el nivel de deterioro por esporas termófilas que se puede tolerar, teniendo presentes los costos monetarios de la intensificación del tratamiento, los costos en términos de calidad derivados de un procesamiento excesivo y, por último, los costos de un fracaso en el mercado si las esporas termófilas que sobreviven producen deterioración del producto. Teniendo en cuenta todos estos aspectos, en general se considera que una reducción de las esporas termófilas a niveles del orden de  $10^{-2}$  ó  $10^{-3}$  por gramo es aceptable (Warne, 1989). Los motivos por los cuales se puede tolerar un riesgo mayor de deterioro (por supervivencia, germinación y proliferación de esporas termófilas) son dos. En primer lugar, porque si se aplican temperaturas de almacenamiento razonables (por ejemplo, 25°C), los sobrevivientes no germinarán; en segundo lugar, porque incluso si se produce descomposición del producto, ésta no representa un peligro para la salud pública (Warne, 1989).

Si el tratamiento térmico aplicado satisface los criterios de inocuidad y prevención del deterioro no patógeno en condiciones normales de transporte y almacenamiento, se dice que el producto es "comercialmente estéril". En relación con los alimentos en conserva, la Comisión FAO/OHS del Codex Alimentarius (19R3) define la esterilidad comercial como ". . . el estado que se consigue aplicando calor suficiente, sólo o en combinación con otros tratamientos apropiados, con objeto de liberar a ese alimento de microorganismos capaces de reproducirse en él en unas condiciones normales no refrigeradas en las que se mantendrá probablemente el

alimento durante su distribución y almacenamiento". Aunque esta definición se refiere específicamente a unas condiciones "no refrigeradas", excluyendo así a los alimentos semi-conservados y pasterizados para los que el almacenamiento refrigerado se considera recomendable (y, en muchos casos, obligatorio, para evitar el desarrollo del psicrófilo patógeno *C. botulinum* tipo E, que puede crecer a temperaturas de sólo 3,3°C), las publicaciones del Departamento de Salud y Seguridad Social del Reino Unido y de la "Standards Association" de Australia no excluyen a los alimentos refrigerados. Según estas interpretaciones menos restrictivas, la esterilidad comercial puede referirse también a los alimentos que han de almacenarse a temperaturas de refrigeración. Esto implica que los alimentos en conserva comercialmente estériles deberán estar exentos de microorganismos capaces de desarrollarse a temperatura ambiente o de refrigeración, según cuales sean las condiciones normales. Tanto en un caso como en el otro, un objetivo común en la fabricación de todos los productos pesqueros en conserva es conseguir la esterilidad comercial. No obstante, hay circunstancias en que el fabricante selecciona un tratamiento más riguroso que el que exige la esterilidad comercial, por ejemplo, cuando es necesario ablandar las espinas de los salmones o las caballas.

### **2.1.3 El Concepto de Rigurosidad del Tratamiento Térmico (Valor $F_0$ )**

De la curva de sobrevivientes que aparece en la Figura 1 se puede derivar una ecuación matemática que describe la destrucción térmica de bacterias. Si la carga inicial de esporas se designa  $N_0$  y la carga de esporas sobrevivientes

después de la exposición al calor a temperatura constante es  $N$ , el tiempo ( $t$ ) requerido para producir una determinada reducción del número de esporas puede calcularse mediante la siguiente ecuación, que lo relaciona con el valor  $D$  de la especie en cuestión:

$$t = D(\log N_0 - \log N) \quad (1)$$

Esta ecuación permite calcular directamente el tiempo requerido para obtener una reducción de los niveles de esporas, una vez que se hayan especificado la cantidad existente antes del tratamiento térmico y el nivel al que se desea llegar, y siempre que se conozca el valor  $D$  de las esporas en examen. Por ejemplo, si consideramos el tratamiento mínimo generalmente aceptado para prevenir el botulismo originado por el procesamiento insuficiente de los productos pesqueros envasados conservados mediante calor únicamente (que presupone unas cargas iniciales del orden de una espora por gramo y, de conformidad con las directrices de las buenas prácticas de fabricación, apunta a unas cargas finales de no más de  $10^{-12}$  esporas/gramo), el tiempo mínimo necesario para conseguir la esterilidad comercial (es decir, para un tratamiento de 12D) puede calcularse como sigue:

$$t = 0.23(\log 1 - \log 10^{-12}) = 0.23 \times 12 = 2.8 \text{ min.}$$

Esto significa que el tratamiento térmico mínimo requerido para impedir la supervivencia del *C. botulinum* debe equivaler, en términos de efecto esterilizador, a 2,8 min. a 121.1°C en el punto de calentamiento más lento

(PCML) del envase. Esto se denomina comúnmente "tratamiento contra el *C. botulinum*".

Una vez establecido el tratamiento mínimo necesario para garantizar la inocuidad del producto, hay que seleccionar un tiempo de tratamiento y un régimen de temperaturas que reduzcan el número de contaminantes formadores de esporas (más termo-resistentes que las del *C. botulinum*) a un nivel aceptable. Por ejemplo, si un fabricante de conservas está preocupado por la posibilidad de que sobrevivan esporas del *C. thermosaccharolyticum* (porque se sabe que las materias primas están contaminadas con esas esporas y es probable que el producto se almacene a temperaturas de proliferación termófila), y  $N_0$  y  $N$  son de  $10^2$  esporas/g y  $10^{-2}$  esporas/g respectivamente, el tiempo requerido para alcanzar la esterilidad comercial se puede calcular con la ecuación anterior:

$$t = 4.00(\log 10^2 - \log 10^{-2}) = 4.00(2 + 2) = 16 \text{ min.}$$

siendo 4 el valor de D para *C. thermosaccharolyticum* (Cuadro 1).

Así pues, para prevenir pérdidas comerciales por descomposición termófila provocada por el *C. thermosaccharolyticum*, el tratamiento térmico debe ser equivalente, en su efecto esterilizador, a 16 min. a  $121.1^\circ\text{C}$  en el PCML del envase.

Este enfoque para calcular los requisitos de tratamiento térmico constituye, en general, una simplificación excesiva, por los dos motivos siguientes:

- (a) En la práctica, no es razonable suponer que los contaminantes presentes en la naturaleza se encuentren sólo como cultivos puros. Ahora bien, puesto que el pescado y otras materias primas contienen una flora mixta, los fabricantes de conservas presuponen las peores condiciones a fin de establecer un tratamiento que proteja suficientemente al producto contra todos los contaminantes. Por lo tanto, habitualmente se presupone la presencia de *C. botulinum* y otras bacterias termo-resistentes formadoras de esporas y se selecciona un tratamiento térmico suficientemente riguroso como para reducir un probabilidad de supervivencia a niveles comercialmente aceptables.
- (b) La curva de sobrevivientes (que aparece en la Figura 1) presupone que la temperatura del tratamiento térmico sea constante (en los casos examinados, de 121.1°C), mientras que durante el calentamiento en un autoclave comercial, el PCML del envase experimenta un retraso en el calentamiento y en muchos casos no llega a alcanzar nunca la temperatura del autoclave. Así pues, la ecuación que permite calcular el tiempo requerido, a temperatura constante, para conseguir un determinado nivel de sobrevivientes (por ejemplo, N) no puede aplicarse simplemente a los efectos del calentamiento en el PCML de un envase. Por consiguiente, el efecto esterilizador total en el PCML de un envase, que por convención se expresa como un tiempo a una temperatura de referencia constante, no es igual a la duración programada del tratamiento térmico (es decir, al tiempo durante el cual un autoclave discontinuo se mantiene a la temperatura de

tratamiento). Para incorporar en el efecto esterilizador total la influencia de las demoras en el calentamiento, es necesario integrar los efectos letales de todas las combinaciones de tiempo y temperatura en el PCML durante el tratamiento térmico y expresar su suma en términos de tiempo a la temperatura de referencia. En la fabricación de pescado envasado estable en almacén, la magnitud del efecto esterilizador del tratamiento térmico se suele expresar en "minutos" a la temperatura de referencia de 121.1°C. Siguiendo esta convención se ha decidido designar el efecto esterilizador total de un tratamiento térmico como valor  $F_0$ , que se define como el equivalente, en términos de capacidad de esterilización, al efecto letal acumulativo de todas las combinaciones de tiempo y temperatura que se registran en el PCML del envase durante el tratamiento térmico. Tomando los ejemplos examinados anteriormente, esto quiere decir que el tratamiento contra el *C. botulinum* ha de tener un valor  $F_0$  de al menos 2.8 min, mientras que para liberar un producto de la descomposición termófila provocada por el *C. thermosaccharolyticum* se necesitará un valor  $F_0$  de por lo menos 16 min.

### **2.1.3.1 Determinación de los valores $F_0$**

El valor  $F_0$  de un tratamiento térmico puede determinarse por medios microbiológicos o físicos (Warne, 1989). El método microbiológico se basa en la cuantificación de los efectos destructivos del calor sobre el número de bacterias,

mediante su recuento antes y después del tratamiento térmico; el segundo método mide la variación de la temperatura en el PCML del envase durante el tratamiento térmico y la relaciona con la tasa de destrucción térmica a una temperatura de referencia. Estas técnicas pueden aplicarse para medir los efectos letales de los procesos de pasteurización (en los que los organismos que hay que destruir son generalmente bacterias, levaduras y mohos relativamente sensibles al calor) o para evaluar la rigurosidad de los procesos de esterilización (en los que se destruyen bacterias termo-resistentes formadoras de esporas).

En primer lugar, es necesario obtener datos sobre la penetración del calor, mediante sondas de pares termoeléctricos colocadas cuidadosamente de forma que permitan detectar las variaciones de temperatura en los centros térmicos de los envases. Hay muchas marcas comerciales de pares termoeléctricos que se ajustan a casi todos los tamaños de latas, recipientes de vidrio y bolsas esterilizables utilizadas en el envasado del pescado; también se pueden construir termopares de cobre/cobre-níquel, soldando los extremos de dos alambres. El punto de soldadura se recubre con una fina capa de barniz para aislar del producto las superficies metálicas expuestas (impidiendo así la corrosión superficial, que podría interferir con la precisión de la lectura), y se coloca cuidadosamente en el PCML del envase. Una vez colocados los pares termoeléctricos e iniciado el tratamiento, la temperatura se registra regularmente durante las fases de calentamiento y enfriamiento del proceso. Los datos sobre la penetración del calor reunidos de esta manera pueden utilizarse de diferentes formas para calcular el valor  $F_0$  del tratamiento.

### 2.1.3.2 Método general mejorado para el cálculo de $F_0$

En un papel especial para medir las tasas de letalidad, se prepara un diagrama de temperatura-tiempo, en el que la temperatura (en el eje vertical) se diseña en una escala semi-logarítmica y el tiempo de tratamiento se registra en la escala aritmética horizontal; además, en el eje vertical (pero habitualmente, por comodidad, en la parte derecha de la hoja) se indica la tasa de letalidad correspondiente a la temperatura que aparece a la izquierda. Por convención, se considera que la tasa de destrucción térmica ( $L$ ) a una temperatura del producto ( $T$ ) de las bacterias o esporas que son importantes en la esterilización del pescado en conserva es de una unidad a  $121.1^\circ\text{C}$ , y que la tasa varía en un factor de diez por cada  $10^\circ\text{C}$  de cambio de temperatura. Matemáticamente, esta relación se expresa mediante la ecuación:

$$L = \log \frac{10^{-T-121.1}}{10} \quad (2)$$

Esto significa que las tasas de destrucción a todas las temperaturas pueden relacionarse con la destrucción a la temperatura de referencia ( $121.1^\circ\text{C}$ ). Por lo tanto, los efectos letales acumulativos de todas las combinaciones de tiempo y temperatura, experimentadas en el PCML de un envase pueden relacionarse en una ecuación con el tiempo de exposición a  $121.1^\circ\text{C}$ .

Una vez trazado el diagrama, se calcula el área comprendida en el gráfico (mediante un método de integración adecuado: Método de Simpson o el método

trapezoidal), que se divide por el área correspondiente a un minuto a 121.1°C, es decir, un valor  $F_0$  de 1 min. Esto da el efecto esterilizador total, o el valor  $F_0$  del tratamiento. En la Figura 2 aparece un ejemplo de diagrama de temperatura-tiempo para un envase que se calienta por conducción tratado a 121.1°C. En el ejemplo calculado, el área del gráfico es de 70 "unidades"; dividiendo esta cifra por el área correspondiente a un  $F_0$  de 1 min (A "unidades"), se obtiene un resultado de 17.5 min, que es el valor  $F_0$  del tratamiento que se está evaluando.

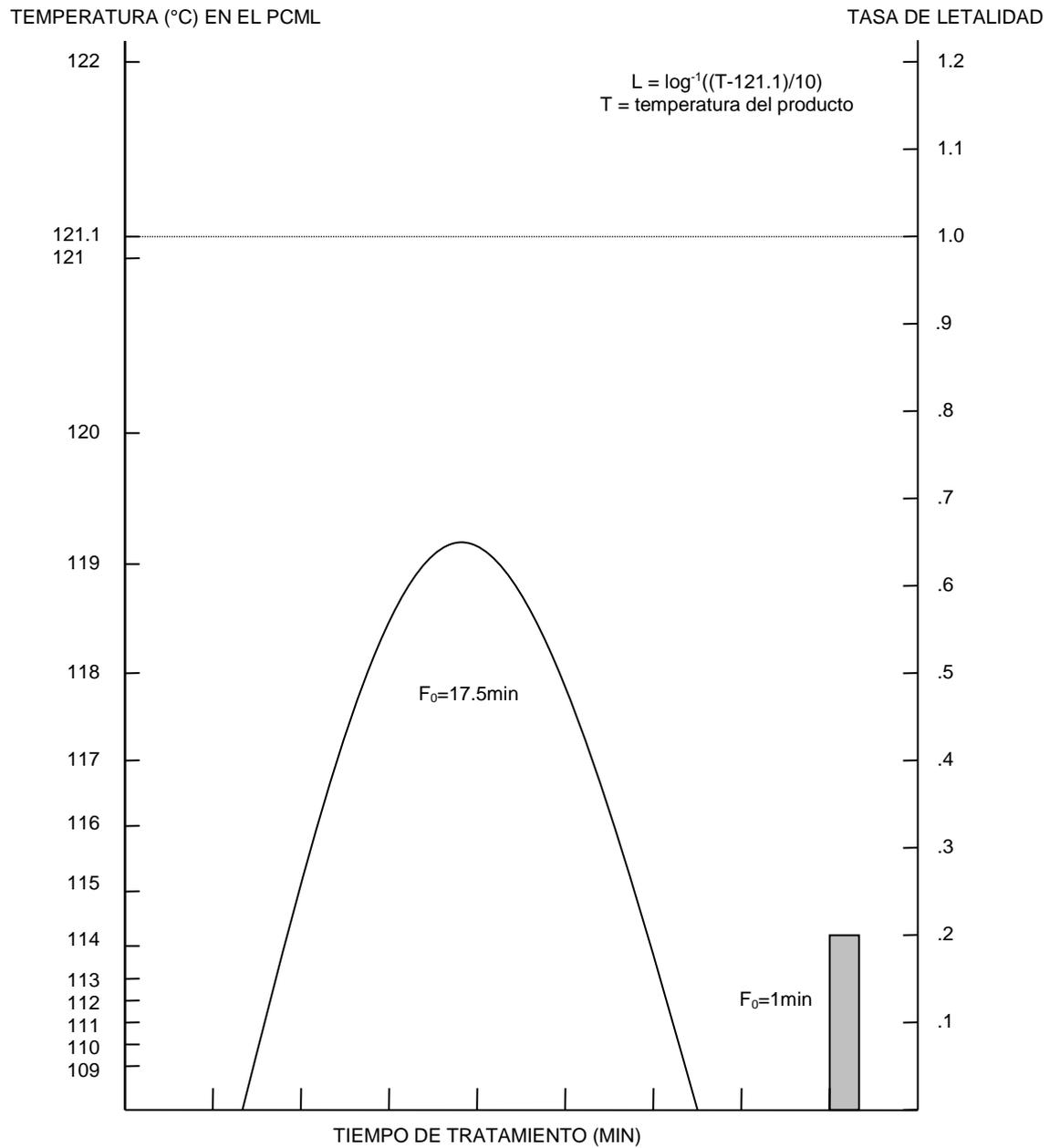


Figura 2. Diagrama de tiempo-temperatura para un envase que se calienta por conducción tratado a 121.1°C

Como se puede observar, el efecto esterilizador total del tratamiento es equivalente al de una exposición de 17.5 min a 121.1°C, aunque la temperatura del producto no ha alcanzado en ningún momento los 121.1°C, ni el autoclave ha funcionado a esa temperatura.

El hecho de que sea posible relacionar en una ecuación la destrucción térmica a cualquier temperatura con la tasa de destrucción a la temperatura de referencia de 121.1°C permite calcular los efectos de las demoras en el calentamiento.

### **2.1.3.3 Integración y método trapezoidal**

Este es un método matemático simplificado en el que los datos sobre tiempo y temperatura se utilizan para registrar las variaciones de las tasas de destrucción de esporas en los PCML de los envases durante el calentamiento y enfriamiento. Si la temperatura del producto se registra a intervalos regulares, y si se supone que dicha temperatura permanece constante en el período de tiempo comprendido entre dos mediciones, se puede calcular la tasa de letalidad correspondiente a cada intervalo (utilizando la ecuación 2). Si se suman las tasas de todos los intervalos y el resultado se multiplica por el tiempo comprendido entre dos mediciones, se obtiene el valor F acumulativo de todo el tratamiento, sin necesidad de representar gráficamente las curvas de calentamiento y enfriamiento. El método trapezoidal permite asimismo calcular de manera sencilla la contribución

de los componentes de calentamiento y enfriamiento a la letalidad total del tratamiento. En el ejemplo que se presenta en el Cuadro 2, la temperatura del producto se registró cada 5 min. durante un tratamiento de 60 min a 121.1°C.

Cuadro 2. Tiempo, temperatura, tasa de letalidad, letalidad acumulativa y valor F para un producto que se calienta por conducción tratado en autoclave a 121.1°C durante 60 min.

Tiempo (min.)	Temperatura (°C)	Tasa de letalidad	Letalidad acumulativa	Valor Fo (min.)
0	24	0	0	0
5	24.5	0	0	0
10	34.2	0	0	0
15	54.7	0	0	0
20	72.5	0	0	0
25	87	0	0	0
30	98	0.005	0.005	0.025
35	105.1	0.025	0.03	0.15
40	110.5	0.087	0.117	0.585
45	114.5	0.219	0.336	1.679
50	117.2	0.407	0.743	3.717
55	119	0.617	1.36	6.798
60	120.3	0.832	(1.776)	(8.880)
fin de la emisión de vapor				
-----			2.192	-
65	120.3	0.832	3.024	10.960
70	106	0.031	3.055	15.12
75	88.1	0.001	3.056	15.275
80	70	0	3.056	15.28

**Cálculo del valor  $F_0$  de todo el tratamiento:** la suma de los valores L es de 3.056; multiplicando esta cifra por cinco (intervalo de tiempo entre las lecturas), se obtiene un valor  $F_0$  de 15.3 min. (El valor  $F_0$  total teórico del tratamiento es de 15.28 min pero se puede redondear a 15.3 porque sería poco realista citar valores con más de una cifra decimal), (Warne, 1989).

**Cálculo de  $F_0$  para la fase de calentamiento:** la suma de los valores L a los 25 y los 60 min. (o sea 0 y 0.832) se divide por dos y esta cifra (0.416) se agrega a

la suma de los valores L correspondientes a los 30 y los 55 min. (1.36); la letalidad acumulativa en el momento en que termina la emisión de vapor (1.776) se multiplica por cinco y se obtiene un valor  $F_0$  total de 8.9 min al interrumpirse el suministro de vapor. Esta característica del método trapezoidal permite calcular de forma sencilla el valor  $F_0$  durante el tratamiento térmico, lo que puede ser necesario, por ejemplo, si el programa exige que el suministro de vapor se interrumpa cuando  $F_0$  alcance un determinado valor.

#### **2.1.4 Especificación del Programa de Tratamiento Térmico**

Una vez especificados los valores  $F_0$  necesarios para los productos pesqueros en o conserva, los fabricantes deben adoptar disposiciones para asegurar que todos los factores que influyen en la velocidad de transferencia del calor al PCML de cada envase estén bajo control. Esta es la manera de prevenir la deterioración microbiológica resultante de un tratamiento insuficiente y de evitar los peligros para la salud y los riesgos comerciales asociados. La técnica más utilizada para controlar la ejecución del tratamiento térmico consiste en elaborar un programa que especifique los factores que de alguna manera pueden influir en la consecución del valor  $F_0$  deseado en el PCML del envase. En 1983, la Comisión del Codex Alimentarius definió el tratamiento programado como el tratamiento térmico elegido por el elaborador para un producto determinado y un tamaño de envase adecuado para conseguir, por lo menos, la esterilidad comercial".

Muchos países han adoptado sistemas parecidos para vigilar los tratamientos programados de los productos que se venden dentro de su jurisdicción; uno de los más conocidos es tal vez el que aplica la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los Estados Unidos. Además de exigir que los elaboradores de alimentos poco ácidos y acidificados envasados que se venden en el país inscriban su establecimiento en la FDA, el reglamento estipula que se registren también en la Administración los tratamientos programados de todos los alimentos en conserva destinados a la venta en los Estados Unidos. Aunque estos requisitos sólo atañen a los elaboradores que abastecen el mercado estadounidense, el reglamento identifica diversos factores que pueden constituir una lista de referencia útil para los fabricantes que estén formulando nuevos tratamientos programados para productos pesqueros en conserva o enmendando los ya existentes, o que deseen revisar sus procedimientos de control. En el Cuadro 3 se resume la información que debería especificarse en el tratamiento programado.

No todas las indicaciones que aparecen en el Cuadro 3 sirven para cada tratamiento. Por ejemplo, en algunos procesos el número de cestas por carga de autoclave permanece constante, mientras que en otros puede variar, debido a demoras causadas por fluctuaciones en el suministro del pescado a la línea de envasado. En las condiciones peores (es decir, con cargas completas), la necesidad de vapor es considerablemente más alta que cuando el autoclave está sólo parcialmente lleno; además, en esas condiciones la circulación del vapor puede ser menor, lo cual reduce la velocidad de transferencia del calor al PCML de los

envases. En un caso como este, el hecho de que la circulación del vapor esté influenciada por el volumen de la carga no tiene mayores consecuencias, siempre y cuando el efecto se tome en consideración al programar la temperatura y la duración del tratamiento térmico.

Pasando a otro ejemplo, la especificación del peso de llenado del producto puede ser importante cuando se trata de meter carne compacta de atún o abalones enteros en envases que luego se llenarán con un medio de cobertura; en ambos casos, las corrientes convectoras de la salmuera favorecen la rápida transferencia del calor hasta la parte externa del producto compacto; a partir de ahí se produce el calentamiento por conducción, durante el cual el calor pasa con mayor lentitud al PCML del envase. Ahora bien, si el peso de llenado no se controla, algunos envases contendrán más producto compacto (y, por lo tanto, menos salmuera, puesto que ésta se añade dejando siempre el mismo espacio libre), y la transferencia del calor hacia el PCML variará, siendo más lenta en los envases con una relación de sólidos a líquidos más elevada. No conviene subestimar los efectos de los cambios en dicha relación, y nunca deberán adoptarse modificaciones sin confirmar antes la idoneidad del tratamiento si se aplica el cambio propuesto. Este aspecto se ha demostrado mediante ensayos (Warne, 1989), en los que el peso de llenado del atún de masa compacta envasado en latas de 84 x 46.5 mm se incrementó un 10 % con respecto al máximo especificado. Los envases se trataron luego a 121.1°C y se estableció que para alcanzar un valor  $F_0$  constante de 10 min (en los envases estándar y con exceso de peso), era necesario elevar el tiempo de tratamiento de estos últimos en un 16 %. En este

caso, el hecho de no compensar el llenado excesivo no elevará de manera significativa los riesgos para la salud pública, mientras el  $F_0$  fijado sea del orden de los 10 min o más, pero sí aumentará la probabilidad de supervivencia de las esporas más termo-resistentes que la del *C. botulinum* y, por consiguiente, el riesgo comercial de descomposición no patógena. En cambio, los peligros para la salud pública derivados del llenado excesivo aumentan cuando los fabricantes, descontentos con los bajos rendimientos o por las pérdidas organolépticas originadas por el tratamiento de los productos marinos sensibles al calor (como las ostras, los mejillones y los peines), seleccionan valores  $F_0$  más cercanos al mínimo estipulado para los alimentos poco ácidos envasados (por ejemplo, 2.8 min).

Para preparar un programa de tratamiento térmico es fundamental disponer de un formato estándar que permita identificar y especificar todos los factores que influyen en la idoneidad del tratamiento. La lista que aparece en el Cuadro 3 representa una guía, que deberá adaptarse de manera que se ajuste a las necesidades de cada elaborador. Es importante que los que preparen el programa de tratamiento sean expertos en la materia, y que sus recomendaciones se basen en datos obtenidos de manera científicamente adecuada y aceptable. Debido a la importancia que se atribuye al cálculo correcto de las condiciones de tratamiento térmico, es común encontrar que en algunos países los órganos normativos que supervisan las operaciones de envasado mantienen un registro de las personas "autorizadas" a establecer programas de tratamiento térmico.

Cuadro 3. Lista de los factores que influyen en la ejecución de los tratamientos programados para los productos pesqueros en conserva (Warne, 1989).

Factor	Motivo de la inclusión
Dimensiones del envase	Afectan la velocidad de transferencia de calor al PCML
Valor F <sub>0</sub> fijado	Influye en la probabilidad de deterioro por tratamiento insuficiente
Temperatura del tratamiento	Determina el tiempo requerido para alcanzar el F <sub>0</sub> deseado
Tiempo de tratamiento	Afecta a la temperatura
Temperatura inicial del producto	Influye en el tiempo que el producto necesita para alcanzar temperaturas letales para las bacterias formadoras de esporas
Peso de llenado del producto, es decir, medida del calentamiento por conducción o convección	Afecta al modo de transferencia del calor al PCML
Consistencia del producto (en envases homogéneos)	Influye en la velocidad de transferencia de calor al PCML
Relación entre líquidos y sólidos y tamaño de las partículas (cuando proceda)	Influye en la velocidad de transferencia de calor al PCML
Forma del envasado (por ejemplo alineamiento horizontal o vertical de los trozos)	Influye en la velocidad de transferencia de calor al PCML
Formas de apilar los envases en el autoclave o las cestas del autoclave	Influye en la velocidad de transferencia de calor al PCML
Número de cestas por autoclave	Influye en la velocidad de transferencia de calor al PCML
Funcionamiento del autoclave, por ejemplo, con ventilación o eliminación de condensados	Afecta a la temperatura del medio de calentamiento
Método de refrigeración	Influye en la contribución de la fase de enfriamiento al F <sub>0</sub> de todo el tratamiento

Una vez que se haya establecido un programa de tratamiento térmico, no deberá alterarse sin evaluar primero los efectos del cambio propuesto en la consecución de los valores F<sub>0</sub> deseados. También las alteraciones en la formulación del producto deberán o no evaluarse en cuanto a los cambios que

pueden originar en las características de calentamiento del producto. Lo ideal es que las especificaciones del programa de tratamiento térmico se basen en datos recabados de ensayos de penetración del calor con envases duplicados, tratados en las condiciones peores que se puedan dar en la producción comercial. Sin embargo, si esto no es posible, basta consultar los textos estándar sobre envasado, que recomiendan los tiempos y condiciones de tratamiento para una amplia gama de alimentos en conserva.

En resumen, el programa de tratamiento proporciona las especificaciones fundamentales para la aplicación de un tratamiento térmico adecuado. Los tiempos y la temperatura aparecen, por lo general, en la ficha de registro del tratamiento. Es una buena práctica colocar los detalles del tratamiento programado cerca de los autoclaves, en un lugar donde el operador los pueda ver.

### **2.1.5 Aplicación y Control del Tratamiento Programado**

Una vez definido el programa de tratamiento, el fabricante debe establecer sistemas de vigilancia, control y registro que permitan comprobar, después del proceso, que todas las fases de la producción que afectan a la transferencia del calor al PCML del envase han sido conformes a las especificaciones. Los registros permiten la evaluación continua de la producción y constituyen un sistema de alerta temprana para adoptar medidas correctivas si surgen problemas; además representan una prueba documental valiosa y permanente de que la ejecución del

tratamiento ha sido conforme a los detalles especificados en el programa. El valor de los registros permanentes resulta evidente cuando se producen situaciones en que hay que retirar los productos del mercado, y el elaborador puede tener que demostrar que las técnicas de producción se han ajustado a las buenas prácticas de fabricación (BPF). Sin estas pruebas, los elaboradores corren el riesgo de verse enfrentados a denuncias de negligencia profesional en caso de pleitos que afecten a sus productos.

Los registros deben ser sencillos de rellenar, al objeto de estimular su utilización, y fáciles de interpretar. En algunos casos, puede ser apropiado registrar los datos en un gráfico de control de calidad que indique los cambios de alguna variable en el tiempo (por ejemplo, el peso de llenado). Se pueden elegir escalas que muestren la variación de los valores en torno al nivel deseado, incluyendo también los máximos y mínimos permitidos (es decir, las tolerancias); se pueden incorporar niveles de acción, que adviertan a los operadores de las tendencias que pueden llevar a una pérdida de control de la producción. Los gráficos de control de calidad son muy útiles en las operaciones continuas, que requieren vigilancia durante toda la producción, pero se utilizan menos cuando la función que se ha de evaluar es una operación discontinua (Warne, 1989). Hay sistemas de registro que los operadores rellenan en determinados momentos de una operación, mientras que otros están automatizados y requieren sólo una intervención mínima del operador (por ejemplo, los termógrafos de autoclave).

Sea cual sea el tipo de registro que se adopte, su función es permitir la comprobación retrospectiva de que el programa de tratamiento térmico y los factores conexos que influyen en la transferencia del calor al PCML del envase han sido vigilados y controlados regularmente durante la producción

## **2.2 MATERIALES DE ENVASADO PARA PRODUCTOS PESQUEROS EN CONSERVA**

Sean de metal, de vidrio, de laminados plásticos o de laminados compuestos de plástico y metal, todos los envases para productos pesqueros en conserva tratados térmicamente tienen que reunir algunas características, que se pueden resumir como sigue:

- (a) cerrar herméticamente el producto en el envase, permitiendo un tratamiento térmico que lo haga "comercialmente estéril";
- (b) impedir la recontaminación del producto después del tratamiento y durante el transporte y almacenamiento sucesivos; y
- (c) ofrecer beneficios nutricionales y ventajas comerciales, permitiendo disponer de los productos pesqueros conservados durante todo el año, a menudo lejos de la fuente de abastecimiento y en la mayoría de los casos sin necesidad de cadenas de refrigeración de los alimentos.

### 2.2.1 Productos Plásticos y Laminados

Con el desarrollo de los materiales de envasado de plástico y de laminados de plástico y papel de aluminio, flexibles, semi-rígidos y rígidos, han surgido una serie de sistemas para la esterilización de los productos pesqueros en su envase. El más conocido es la bolsa esterilizable en autoclave, que, gracias a su perfil plano y a la elevada relación superficie/volumen (en comparación con las latas) se calienta más rápidamente que los envases tradicionales. Sin embargo, a pesar de algunas de sus ventajas (como la mayor retención de nutrientes termolábiles y otros beneficios derivados de la rápida transferencia del calor a los centros térmicos de las bolsas, los menores costos de transporte, y la facilidad de apertura y de calentamiento del contenido), no han reemplazado en la medida prevista los materiales de envasado tradicionales para los productos pesqueros esterilizados con calor.

En los Estados Unidos se registraron problemas con las primeras versiones de bolsas flexibles esterilizables, fabricadas generalmente con un laminado de tres capas, consistente en un estrato externo de poliéster (para darles resistencia a los arañazos y poder imprimir sobre ellas), una capa central de papel de aluminio (con excelentes propiedades protectoras) y un estrato interno de polietileno o polipropileno (para el sellado térmico). Las dificultades surgieron principalmente a causa de la preocupación de la FDA por la aprobación de las superficies que estaban en contacto con los alimentos. Aunque estos problemas se

han resuelto, todavía persisten otros desincentivos derivados de los siguientes factores:

- la baja velocidad de llenado (en comparación con los envases metálicos);
- la dificultad para mantener la integridad del cierre cuando las superficies están contaminadas;
- la dificultad para regular la contrapresión requerida para mantener un perfil uniforme durante el tratamiento y enfriamiento;
- el elevado costo de la inversión de capital; y
- la necesidad de un embalaje externo protector.

Actualmente existen bolsas o bandejas semi-rígidas (totalmente plásticas), y algunos de estos sistemas han solucionado el problema de la escasa velocidad de llenado y cierre utilizando un equipo integrado de fabricación y llenado controlado por ordenadores. Según cuál sea el tratamiento térmico seleccionado, los elaboradores de pescado pueden escoger bandejas que resisten las condiciones de pasterización (es decir, 100°C), o de esterilización (110°-122°C). Independientemente de la forma y de la temperatura a la que se van a tratar, todos los envases tienen una función en común - proporcionar un cierre hermético y resistente. Para ello, los cierres deben ser continuos y tener normalmente al menos 3 mm de ancho. Durante el sellado térmico las superficies de cierre deben estar paralelas y la temperatura de los bordes debe ser uniforme en toda el área de sellado. Puesto que la integridad del cierre térmico es fundamental para la inocuidad

del producto, deberá verificarse sistemáticamente. En general, los protocolos de verificación incluyen las siguientes pruebas:

- pruebas de resistencia del cierre, utilizadas generalmente para determinar la mejor combinación de tiempo, temperatura y presión;
- pruebas de estallido por presión;
- comprobación del espesor del cierre;
- ensayo de penetración con tinte;
- examen visual de la calidad del cierre.

Todas las bolsas esterilizables en autoclave - flexibles, semi-rígidas o rígidas tienen en común la ventaja de que permiten reducir al mínimo las pérdidas nutricionales y organolépticas (asociadas a menudo con el tratamiento térmico tradicional en envases rígidos), a la vez que ofrecen la oportunidad de presentar los productos de forma atractiva a la vista. Por esta razón los nuevos tipos de embalaje en bolsas están sirviendo para promover una imagen de alta calidad de los productos pesqueros.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Diseño Experimental

La primera etapa consiste en la preparación de la conserva, para ello más adelante se describe el proceso de elaboración, que corresponde a un proceso industrial tradicional.

Un aspecto importante en la elaboración de conservas es el cumplimiento de la masa escurrida establecida para este tipo de producto, para ello tomamos de referencia que las conservas en “*pouch*” de 200 g. tienen que cumplir con un 95% de masa escurrida, en nuestro caso es de 190 g.

Para determinar la cantidad de pescado a utilizar para conseguir la masa escurrida requerida se realizaron varias experiencias:

**Variable A:** peso de pescado: 75, 80 y 85% respecto al peso neto total. La respuesta experimental será el peso escurrido en gramos.

**Variable B:** Proporción de flanes (migas de atún): 10, 15 y 20% de flakes respecto a la cantidad de pescado dentro de la bolsa. La respuesta experimental será el peso escurrido en gramos.

Con estas dos variables, se tienen los siguientes tratamientos:

A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> = 75% de pescado, siendo el 10% flakes

$A_1B_2 = 75\%$  de pescado, siendo el 15% flakes

$A_1B_3 = 75\%$  de pescado, siendo el 20% flakes

$A_2B_1 = 80\%$  de pescado, siendo el 10% flakes

$A_2B_2 = 80\%$  de pescado, siendo el 15% flakes

$A_2B_3 = 80\%$  de pescado, siendo el 20% flakes

$A_3B_1 = 85\%$  de pescado, siendo el 10% flakes

$A_3B_2 = 85\%$  de pescado, siendo el 15% flakes

$A_3B_3 = 85\%$  de pescado, siendo el 20% flakes

La respuesta experimental será: la masa escurrida expresada en gramos, siendo el promedio de 2 replicaciones, las mismas que a la vez son el promedio de 5 evaluaciones para cada réplica.

La segunda etapa es el estudio de proceso térmico para la esterilización comercial de las conservas. Se determinarán tiempos de esterilización para  $F_0=4$  a temperaturas de 114, 115 116 y 117°C para el producto obtenido con 85% de pescado frente al contenido neto total. En el caso del producto en aceite, se utilizará una relación aceite:agua de 60:40. Se selecciona el producto con esta cantidad de pescado ya que en un proceso de esterilización es un factor crítico que incide en la penetración de calor y se usa el mayor porcentaje para seguridad del proceso mismo.

### 3.2 Materiales y Equipos

- Atún conocido como Skip jack, bonito o barrilete (*Katsuwonus pelamis*)

- Aceite de girasol para aplicación en la industria
- Bolsas retortables para 200 g de producto, peso neto
- Balanzas Mettler Toledo, 10 kilos de capacidad, sensibilidad 2 g. Modelo 4100 (2004), de fabricación norteamericana.
- Selladora de pouch Marca "NEW DIAMOND VAC", fabricadas en Taiwán en el año 2005.
- Cortadora de lomos, fabricación nacional, modelo 2006
- Máquina codificadora de pouch marca "Domino". Fabricada en Reino Unido en el año 2004.
- Máquina Compactadora de rodillo, de fabricación nacional, modelo 2006
- Mesas de acumulación tipo acordeón de acero inoxidable, de fabricación nacional.
- Mesas de acero inoxidable para soporte de balanza, de fabricación nacional.
- Coches de llenado, para autoclave, fabricación española.
- Embudos de acero inoxidable para llenado de bolsas, de fabricación nacional.
- Bandejas de plástico para dosificación producto, fabricación nacional.
- Bandejas de plástico para lomos limpios, fabricación nacional.
- Gavetas de plástico para dosificación de líquido cobertura, fabricación nacional.
- Jarras plásticas de un litro, medida dosificación líquido cobertura, de fabricación nacional.
- Autoclaves de cascada, marca Fishban, hechos en España, en el año 2005

- Equipo para medición de temperatura: **SCANNER, CALPLEX DE TECHNICAL CO.** Recolector de datos de temperatura CALPLEX de fabricación norteamericana en el año 2006 y El equipo para análisis y cálculo de procesos CALSoft32 de fabricación norteamericana en el año 2003.

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Distribución y Penetración de Calor**

Se realiza con la finalidad de comprobar que exista una homogénea distribución de calor dentro de cada autoclave, para ello se utilizan 6 coches llenos con bolsas que contienen agua o producto y se colocan 3 sondas registradoras de tiempo y temperatura en diferentes láminas de varios coches o en todos ellos, según la disponibilidad del equipo. Luego los coches son introducidos al autoclave. Los cables de las sondas son conducidos por un bulbo que se encuentra en la parte lateral del autoclave muy cerca de la puerta de entrada de coches, posteriormente es cerrado herméticamente.

Las sondas se colocan en diferentes partes de las láminas, unas van en el centro, otras hacia la izquierda y las demás hacia la derecha.

Una vez cerrado el autoclave empieza el proceso. Este dura hasta que se registren en el computador los datos suficientes para luego establecer el punto mas frío en la autoclave y saber como se distribuye el calor dentro del mismo.

Para los estudios de penetración de calor, se procede a perforar los envases que se utilizara para dicha prueba, ya sea bolsas, latas o las tapas de los vidrios, se llena el envase con un peso mayor al solicitado para el estudio, se colocan termocuplas registradoras de temperatura y se sellan herméticamente los orificios. Después se colocan los envases sellados en la lámina superior de un coche y se introduce a la autoclave.

Las pruebas de penetración de calor para bolsas flexibles se hicieron con 5 coches llenos de bolsas con agua y un coche con pouches con producto conteniendo las sondas. Los cables de las termocuplas son llevados hacia el exterior por el bulbo y el mismo es sellado herméticamente

La medición de las historias de temperatura para los diferentes productos se hizo con el uso del equipo: **SCANNER, CALPLEX DE TECHNICAL CO.** Este equipo dispone de 13 termocuplas, las mismas que se colocan en el producto, a diferentes distancias dentro del autoclave. Los datos son temperatura vs tiempo se registran automáticamente en un ordenador.

A partir de estos datos se procede a hacer los cálculos respectivos, para ello se utilizó un software **CALsoft32 DE TECHNICAL CO** el mismo que aplica el método de Ball, este método correlaciona los datos de penetración de calor con los datos de muerte térmica de microorganismos anaerobios termo-resistentes.

### 3.3.2 Elaboración de la conserva

Se elaboró conservas de atún en bolsa: capacidad para 200 g. de producto, el proceso de elaboración de las conservas se detalla en el diagrama de flujo (Diagrama A-1). Una breve descripción del proceso de conservas en “*pouch*” a nivel industrial es el siguiente:

**Recepción:** En la planta elaboradora se procesan tres especies de atún: Skipjack (*Katsuwonus pelamis*), Yellowfin (*Thunnus albacares*) y Bigeye (*Thunnus obesus*). Una vez llegado el pescado a planta, este es clasificado, pesado y guardado en una cámara de mantenimiento (-15+/-3°C). Previa la recepción, el pescado es sometido a análisis físico-químicos y organolépticos, según las normas: para análisis de Histamina: Método según Norma INEN 458 por fluorometría

Análisis de Sal: Por titulación

pH: A.O.A.C 981.12

Para este estudio se utilizó la especie *Katsuwonus pelamis*.

**Salida de Cámara:** Según el programa de producción de la Compañía, el pescado destinado al proceso es sacado a primera hora de la mañana de las cámaras de almacenamiento y colocado en un lugar externo, para su posterior proceso de eviscerado.

**Eviscerado:** El pescado se eviscera con una cortadora de cinta eléctrica, se separa por tamaño y especie, se lava y se somete a cocción utilizando vapor como fuente calorífica.

**Cocción:** Para el cocimiento de pescado se utiliza marmitas de cocción, la fuente calorífica usada es vapor. El pescado ingresa a la marmita en carros de acero inoxidable, se someten a una temperatura de 100°C., con una presión de 0.5 a 1 lbs/plg<sup>2</sup>, el tiempo de cocción depende del tamaño del pescado y puede fluctuar entre 35 min. a 4 horas. Es importante verificar que la temperatura interna del pescado al salir de la marmita sea de 50 a 70°C.

**Enfriamiento y Rehidratación:** Una vez salidos los carros de la marmita, el pescado se somete a un proceso de rehidratación, el cual se realiza con aspersión de agua a temperatura ambiente.

**Nebulizado:** El pescado pre-enfriado ingresa a una cámara "chill room" y permanece allí hasta que salga a las mesas para ser limpiado. Esta área se caracteriza por la elevada humedad relativa del ambiente, tiene una temperatura promedio de entre 20 a 25°C. La finalidad de permanencia del pescado en esta área es facilitar la posterior limpieza de este por el mantenimiento de la piel suave del pescado.

**Limpieza:** Se entiende por limpieza a la eliminación de piel, carne negra, sangre y huesos del pescado, para obtener los lomitos totalmente limpios; la operación es manual tiene dos etapas definidas: la primera es la eliminación de la piel y sangre

de la pieza entera de pescado y la segunda es la separación de los lomos de pescado para su posterior desangrado y eliminación de espinas. En esta etapa se obtienen lomos enteros, trozos y migas.

**Corte de lomos:** Los lomos de atún se cortan en trozos pequeños en forma manual o con una cortadora automática.

**Llenado y Dosificación de líquido de cobertura:** Manualmente se llenan las bolsas con pescado, de acuerdo al peso escurrido que se quiere obtener, posteriormente se adiciona el líquido de cobertura (aceite o aceite/agua) de acuerdo a las especificaciones solicitadas por el cliente. El líquido de cobertura se aplica frío y se dosificará en cada bolsa en cantidad suficiente que permita obtener el peso neto establecido.

**Sellado:** Para el sellado se utiliza una selladora al vacío que extrae el aire del interior del envase y posteriormente lo cierra herméticamente. Para un correcto sellado es importante que exista una buena limpieza de las áreas a sellar. En esta etapa se hace un control de sellado a las bolsas.

**Compactación:** Esta operación se hace con la finalidad de proporcionar uniformidad y forma adecuada a la bolsa con producto, esto permitirá una adecuada distribución y penetración de calor en el proceso de esterilización. La operación se hace en una banda transportadora por la acción de rodillos. Se controlará la uniformidad del espesor.

**Esterilización:** Para esta etapa se utilizan autoclaves horizontales estacionarias de cascada, con agua caliente como fuente de calor para el producto. Después que el producto ha recibido el tiempo y temperatura determinado, que garantice una esterilidad comercial, se produce el enfriamiento en el mismo autoclave, para lo cual se utiliza agua potable a temperatura ambiente como refrigerante.

**Cuarentena:** Es una etapa de reposo del producto terminado, industrialmente se aplica un tiempo de 10 días (Según el Código de Prácticas de Higiene para alimentos poco ácidos, elaborados y envasados del Codex Alimentarius, 1993) . Durante ese tiempo el producto permanece en una bodega a temperatura ambiente. Este período de reposo se hace con la finalidad de garantizar la hermeticidad de los sellos de las bolsas, así como la integridad del material de empaque, se revisa la totalidad del lote y se procede al despacho del mismo.

**Etiquetado:** Esta operación se hace manual o automáticamente, consiste en colocar a cada bolsa la etiqueta que identifica el producto, en esta etiqueta constará toda la información que demanda la normativa referente a etiquetado de productos. En la industria y dependiendo del tamaño del producto, es posible utilizar bolsas litografiadas lo que evitaría esta etapa de etiquetado, por cuanto toda la información requerida estaría impresa en el empaque (bolsa). Durante este proceso, el producto terminado es inspeccionado al 100%. Esta inspección de la totalidad del lote es una norma interna de la Compañía, dado que en el proceso de fabricación se ha identificado el sellado como un Punto Crítico de Control, y justamente se revisa los sellos de las bolsas, así como la integridad mismas del envase.

**Encartonado y paletizado:** Las bolsas de producto terminado se empacan en cajas de cartón, el número de bolsas por caja dependerá del cliente, posteriormente se paletiza.

**Almacenamiento:** Los pallets, se colocan en forma ordenada en la bodega de productos terminados, en espera de su liberación y posterior distribución. El envío del producto hasta el cliente se hará en contenedores de carga seca.

### 3.3.3 Evaluación de masa escurrida

El método utilizado para determinar las masas escurridas es tomado del Codex alimentario Stan 70-1981:

Procedimiento:

1. Mantener el envase de 20°C a 30°C durante un mínimo de 12 horas previo al examen.
2. Abrir el envase y colocar sobre tamiz que tenga malla de alambre con aperturas cuadradas de 2.8 mm x 2.8 mm
3. Inclinar el tamiz con un ángulo de 17° a 20° aprox. y dejar escurrir durante 2 minutos a partir del momento en que el producto se vierte en el tamiz.

### **3.3.4 Evaluación del producto final**

La determinación de la idoneidad del producto final se hizo mediante pruebas de esterilidad y estabilidad en estufa, según el Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados Envasados: Codex Estan 23.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente estudio se han obtenido los siguientes resultados:

#### **4.1 Elaboración de la conserva: “*pouch*” de atún en aceite y en agua, peso neto 200 g. Evaluación de la masa escurrida**

Respecto a la obtención de la conserva “atún en *pouch*” tanto en aceite como en agua, se aplicó la metodología que se utiliza en los procesos industriales, lo cual se detalla en el presente estudio. Un aspecto importante ha sido la evaluación del peso escurrido del producto final, ya que este es un requisito a cumplir, y es la base para la determinación de los precios de venta en el exterior. En la Tabla N° B1, se pueden ver los resultados de análisis básicos aplicados a la materia prima (lomitos de atún) utilizada en la elaboración de estas conservas.

En las tablas de la N° B2 a la N° B18, se tienen los resultados de masas escurridas para las diferentes réplicas de los diferentes tratamientos. La tabla N° B19 muestra un resumen de masa escurrida para cada tratamiento, tanto del

producto en aceite como en agua. Para el producto en aceite, se tienen valores que van desde 189.7 g. para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> (75% de pescado, con el 15% de migas) hasta 193.5 g. para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>2</sub> (85% de pescado, con el 15% de migas).

En el caso del producto en agua, tenemos valores de masa escurrida que van desde 188.5 g. para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> (75% de pescado, con el 10% de migas) hasta 193.7 g. para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub> (85% de pescado, con el 20% de migas).

Considerando que se requiere una masa escurrida de 190 g. para los dos tipos de producto, En el caso del *pouch* en aceite, el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> (75% de pescado con 20% de flakes) nos da 190.5 g. de masa escurrida. Para el producto en agua, el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> (75% de pescado con 20% de flakes) nos da 190.6 g. de masa escurrida.

En los Gráficos N° B1 y N° B2, se puede ver un comportamiento lineal de la masa escurrida en función del incremento de la cantidad de pescado por bolsa, así como el incremento de la cantidad de flakes . Es lógico esperar que mientras mayor sea la cantidad de pescado en la bolsa, se tenga una mayor masa escurrida, pero comercialmente siempre se tiende a disminuir la cantidad de pescado por unidad producida, por el efecto económico que esto representa. En

el caso de la cantidad de flakes en el producto, mientras mayor sea este por unidad producida, mejor masa escurrida se tiene, esto es entendible dado que el tamaño de partícula de los flakes permite mayor absorción del líquido de cobertura, lo que se traduce en mejor masa escurrida, la cantidad de flakes en el producto es regulada por el cliente.

Mediante Análisis de Varianza con un nivel de confianza del 95%, se ha podido definir la influencia de cada una de las variables estudiadas en la respuesta experimental (masa escurrida), estos resultados se pueden ver en las Tablas N° B23 y N° B24. Para el caso del producto en aceite (Tabla N° B23), se puede ver que existe diferencia significativa en variable A (peso de pescado), mientras que la variable B y la interacción de estas dos no muestran diferencia significativa sobre la masa escurrida del producto. Es de esperar que la cantidad de pescado incida en forma directa en la masa escurrida de cualquier producto, en el producto en aceite, en tanto, el porcentaje de flakes no incide en la masa escurrida, por lo cual la cantidad de este dependerá de lo establecido y aceptado por el cliente como máximo. En la Tabla N° B24, se presentan los resultados para el producto en agua, encontrando que las variables A y B en forma independiente tienen diferencia significativa comparando los resultados experimentales con el estadístico de prueba. Esto se traduce en que tanto la cantidad de pescado como el porcentaje de flakes en el producto inciden en la masa escurrida del producto.

## 4.2 Penetración de calor

Los estudios de penetración de calor, se hicieron para los tratamientos con mayor peso de pescado por bolsa (85%) para los dos tipos de producto, dado que aunque industrialmente no se aplique tal cantidad de pescado, es importante garantizar el proceso térmico, y la cantidad de pescado tiene influencia directa en el proceso térmico y no se debe estar al límite en el estudio aplicando a aquellos productos con menor cantidad de pescado, aunque cumplan con el requisito del 95% de masa escurrida. Adicionalmente se definen otros factores críticos que se deben considerar durante la fabricación industrial de este producto, estos son: espesor de la bolsa con producto no mayor a 20 mm., contenido de aire residual (dentro de la bolsa) no mayor a 15 cc. y máximo peso neto del producto de 210 g. Con estos factores se realizó el estudio de penetración de calor, los mismos que se deben considerar y aplicar en el proceso industrial, en caso de cambiarlos, se deberá hacer nuevos estudios.

Los datos de temperatura vs tiempo se detallan en la Tabla N° C1. Utilizando 13 termocuplas numeradas, se obtienen los datos de Temperatura (°C) en función del tiempo. Las termocuplas de 1 a la 6 se colocaron en el producto en aceite y de la 7 a la 13 en agua. Con estos valores se determinará posteriormente los correspondientes factores de penetración. Una mejor apreciación del comportamiento de la temperatura en función del tiempo, se tiene en los Gráficos

Nº C1 (para aceite) y Nº C2 para agua. En el caso del producto en aceite, se eliminó la termocupla Nº 3 por presentar lecturas erróneas.

Estos gráficos permiten apreciar claramente las diferentes etapas del proceso: la zona de calentamiento y la zona de enfriamiento. Para los dos productos todas las termocuplas muestran datos tiempo-temperatura característicos de una curva de calentamiento quebrada (Gráfico Nº C1 y Nº C2), con un rápido incremento inicial seguido de una reducción en la razón de calentamiento. Podría ser que las capas en el material son inicialmente aflojadas por el calor, permitiendo el ingreso del aceite y salmuera caliente penetrar y después la estructura se aprieta, disminuyendo la razón de calentamiento (Toledo, 1995). El calentamiento del producto se da de la siguiente forma: por conducción a través del material de empaque (bolsa), convección a través del líquido de cobertura (aceite o agua), nuevamente conducción en la masa de pescado.

Estas curvas quebradas de calentamiento, pueden apreciarse para los dos productos en el Gráfico Nº C3, se puede notar en el, una pequeña diferencia en la velocidad de calentamiento entre las dos curvas, siendo mayor en el producto en agua, se debe básicamente que el agua es mejor conductor del calor que el aceite. Igualmente en la etapa de enfriamiento hay una pequeña diferencia entre los dos productos.

Toda la información obtenida en los estudios de penetración de calor se evaluaron con el software **CALsoft32 DE TECHNICAL CO**, el mismo que aplica el método desarrollado por Ball, 1923, y de esta forma se obtienen los valores de penetración de calor, así como los tiempos de proceso térmico a diferentes temperaturas, en nuestro estudio con un  $F_0=4$  (A nivel industrial se usa valores de  $F_0$  de 4, 5 y 6, con fines didácticos se uso el valor de  $F_0=4$ , que supera el 2.8 mínimo para *Clostridium botulinum*). Todos estos resultados los podemos ver en la Tabla N° D1.

### **4.3 Evaluación del producto final**

Mediante la técnica de incubación se evaluó el producto final a diferentes condiciones de almacenamiento: Temperatura ambiente, en estufa a 37°C y en estufa a 55°C. Durante el proceso de evaluación se analiza los posibles cambios físicos que se puedan dar en el producto, esto es: delaminado del material de empaque, sello corridos (con riesgo de pérdida de hermeticidad), hinchamiento de la bolsa, entre otros. Adicionalmente se hicieron análisis microbiológicos, según las diferentes normas y de acuerdo al tipo de microorganismos, así:

Coliformes Fecales: Vertido de Agar en Placa (VRB)

Coliformes Totales: 3M Petrifilm AOAC 991.14.

El producto obtenido no presentó cambio alguno durante el tiempo de evaluación, lo que garantiza que el proceso térmico aplicado es el adecuado y es

aplicable al proceso industrial de los productos estudiados. Estos resultados constan en el Apéndice E.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

1. En el producto en aceite de 200 g., se consigue una masa drenada de 95% del peso neto total, aplicando un 75% de pescado respecto al peso total de la bolsa, en nuestro caso 150 g. de los cuales el 20% son flakes.
2. En el producto en agua de 200 g., se consigue una masa drenada de 95% del peso neto total, aplicando un 75% de pescado respecto al peso total de la bolsa, en nuestro caso 150 g. de los cuales el 20% son flakes.
3. Tratándose de un tamaño de producto relativamente pequeño, para los dos tipos: en aceite y en agua, se tienen valores similares de masa escurrida con las mismas variables (dosificación de pescado y porcentaje de flakes). Pero esto no necesariamente será una norma aplicar con tamaños mayores de producto.
4. La masa escurrida depende de la humedad de la materia prima, en la industria se utilizan valores de humedad entre 67 y 68%, cuando se excede este valor y

si la materia prima es relativamente fresca, la masa escurrida de los productos podría no llegar a lo requerido como mínimo.

5. A diferencia del proceso de enlatado, que es automático, el llenado y dosificado en el proceso de pouch, es un proceso manual, que permite un control 100% del lote.
6. El estudio de proceso térmico para los productos evaluados, se ha hecho utilizando los parámetros definidos para *Clostridium botulinum* y utilizando un software que aplica el método de Ball (1923).
7. Se encontraron pequeñas diferencias en la velocidad de calentamiento y enfriamiento entre los productos en aceite y agua, lo que denota que la transmisión de calor en producto en agua es mejor.
8. Las combinaciones de tiempo-temperatura calculadas, permiten mantener las características sensoriales en el producto y garantizan la esterilidad comercial de los mismos.

9. El espesor de las bolsas, ya con producto, se convierte en un factor crítico dentro de los estudios de penetración de calor.

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

1. Se hace necesario ampliar los estudios, analizando la variable humedad del pescado y su influencia en la masa escurrida de los productos elaborados, a fin de ajustar los procesos a los mínimos necesarios que permitan obtener productos comercialmente estériles y con excelentes características sensoriales.
2. Hay que mantener características y dosificaciones similares al producto estudiado, cuando se quiera llevar el proceso a una línea de fabricación industrial.
3. Al ser los envases sensibles a daño por manipulación, el proceso industrial debe estar perfectamente controlado y evitar raspones o rayaduras que puedan poner en riesgo la integridad del empaque.

4. El sellado de las bolsas debe ser inspeccionado 100%, ya que la mínima presencia de impurezas en él, nos puede dar un sello con defectos y afectar la hermeticidad del mismo.
  
5. Los factores críticos para el proceso y aplicados en los estudios de penetración de calor, deben controlarse para garantizar los procesos térmicos y la idoneidad de consumo de los productos, cuando estos se han obtenido de una línea de fabricación industrial.
  
6. Para la esterilización de este tipo de conservas, se debe hacer colocando cada bolsa en forma independiente, evitar que queden unas sobre otras, ya que se pueden obtener productos no esterilizados por una deficiencia en la penetración del calor en las caras que estén sobrepuestas.
  
7. Se debe evitar la manipulación inmediata del producto una vez que este ha salido del autoclave, un tiempo de espera es necesario, normalmente se da una manipulación inmediata cuando se requiere las canastillas para colocar un nuevo batch de producto en el autoclave y en la planta no se dispone de muchas canastillas para el efecto. Pero siempre debemos tener un tiempo de espera de por lo menos 2 horas y el movimiento de las bolsas durante la evacuación de las canastillas debe hacerse con cuidado extremo.

## CAPITULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

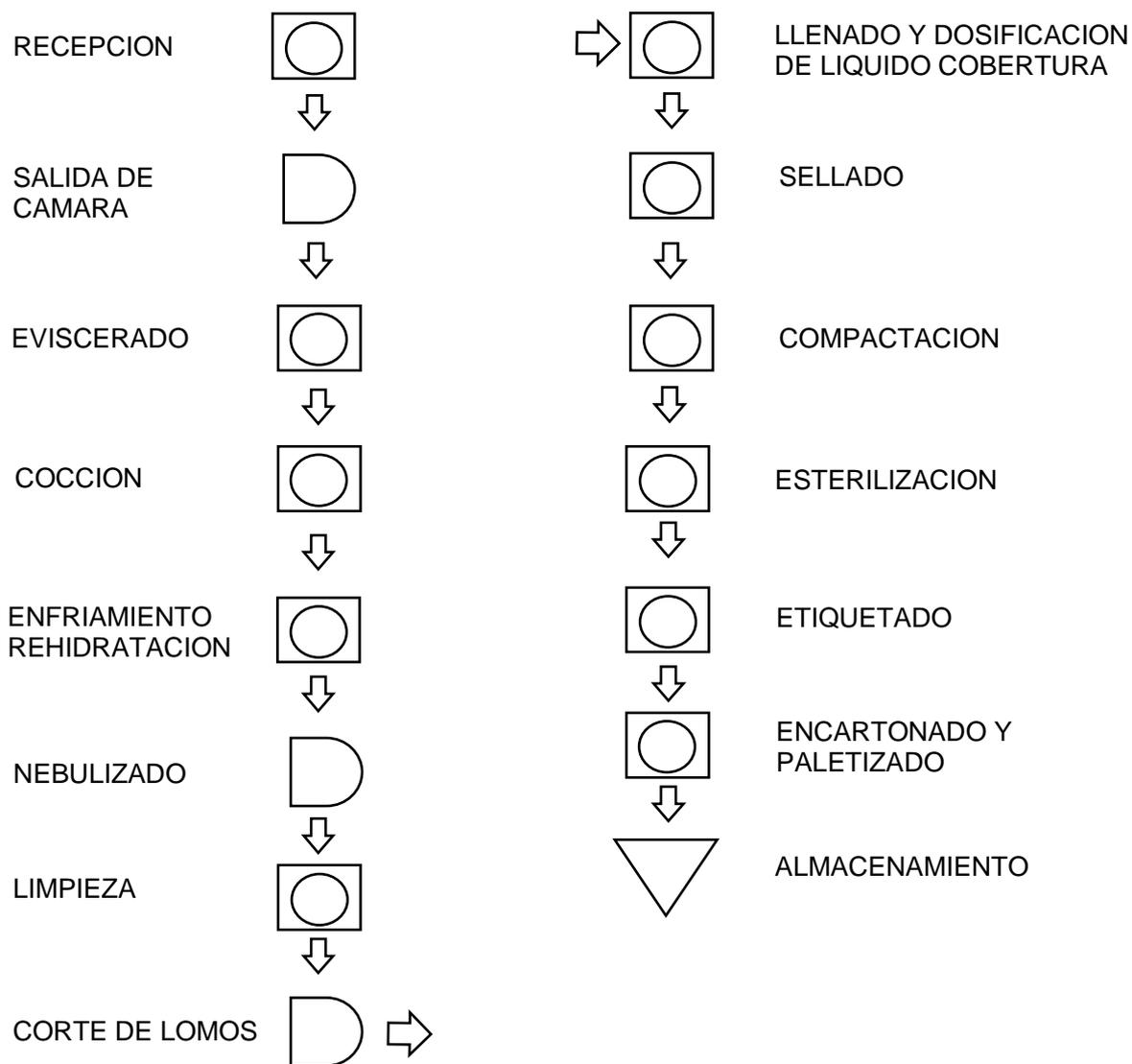
1. AGENCIA CANADIENSE DE INSPECCION DE ALIMENTOS (2002). Flexible Retort Pouch defects. Identification and Clasification Manual.
2. ALVARADO, J (1985). "Métodos para Evaluación de Procesos térmicos". Serie Cuadernos Técnicos de Tecnología e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador, 49 p.
3. BURNS, F. D. NOAA Technical Memorandum NMFS (1985). "Manipuleo y refrigeración del atún en los barcos con red de cerco (chinchorreros)". Trad. por Estuardo Robalino y Heidi Yan Zee, diciembre 1989., 130 p.
4. CAMARA NACIONAL DE PESQUERIA (2006). "Revista Ecuador PESQUERO", N° 38, 7-10. Guayaquil-Ecuador.
5. CODEX ALIMENTARIUS (1993). "Código de Prácticas para alimentos poco ácidos y alimentos poco ácidos acidificados envasados". Rev. 2 92 p.
6. FAO/WHO, CODEX ALIMENTARIUS (2003). "Food Higiene Basic Texts", Third edition, 65p.

7. FDA, Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for food safety and Applied Nutrition, Office of seafood (1996). "Fish & Fisheries products hazards & controls guide", first edition, September, 235p.
8. GAVIN, A. Y WEDDIG, L. M (1995). "Alimentos enlatados, principios de control del proceso térmico, acidificación y evaluación del cierre de los envases". National Food Processors Association, 5ta. Edición, Washington D. C. 267p.
9. GOMEZ, F. Y OVIEDO, W (1997). "Cálculo de procesos térmicos de la palma de pejibaye (*Bactris gasipaes H.B.K*) enlatados". Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador, 124 p.
10. HUSS, H. H (1994). "Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros". Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, FAO, documento técnico de pesca. Laboratorio Tecnológico, Ministerio de Pesca Dinamarca.
11. INTERNET, <http://www.inspection.gc.ca/english/toce.shtml>
12. INTERNET, <http://active.inspection.gc.ca/eng/searec/searece.asp>
13. INTERNET, <http://www.fishbase.com>

14. INTERNET, <http://www.bce.fin.ec>
15. MARTINEZ, J. (2005). "Manual de la pesca blanca. 45 especies de interés comercial". Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador (ASOEXPEBLA). 2da. Edición, Manta-Ecuador, 174p.
16. NATIONAL SEAFOOD HACCP ALLIANCE FOR TRAINING AND EDUCATION (1996). "HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Points training curriculum", second edition 1997, based on revisions of the original edition issued in July, 189p.
17. OSORIO, F (2006). "Procesos Térmicos parte I", Programa Magíster Profesional, Facultad de Ingeniería, Dpto. De Ingeniería Química, Universidad Santiago de Chile.
18. REES, J. A. G. Y BETTISON, J (1994). "Procesado Térmico y envasado de los alimentos". Trad. Por Pedro Ducar Malvenda, Ed. Acribia S. A., Zaragoza-España, 280 p.
19. REGLAMENTO (CE) No 852/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios.

20. REGLAMENTO (CE) No 853/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.
21. SALTOS, A (1993). "Diseño Experimental, Aplicación en Procesos Tecnológicos. Ambato-Ecuador, 114 p.
22. SALTOS, H. A (1986). "Estadística de Inferencia". Ambato-Ecuador, 116 p.
23. TOLEDO, R (1984). "Fundamento de Ingeniería de procesos de alimentos", Cap. VIII. Cálculos de Procesos Térmicos. Traducido del inglés por Héctor Aníbal Saltos. Cuaderno Técnico, Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.
24. TOLEDO, R (1984). "Memorias del Primer curso avanzado de Tecnología en Alimentos", Cap. VIII. Cálculos de Procesos Térmicos en alimento, Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.
25. VILLARROEL, M (2006). "Diseño Experimental y Desarrollo de alimentos". Curso dictado en la Maestría en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta-Ecuador.
26. WARNE, D (1989). "Manual sobre el envasado de pescado em conserva, FAO, documento técnico de pesca. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, 70 p.

## A1. DIAGRAMA DE FLUJO



## A2. FOTOS DEL PROCESO DE POUCH

### RECEPCION



Inspección de la materia prima

### EVISCERADO



### COCCION



## ENFRIAMIENTO Y REHIDRATACION



## NEBULIZADO



## LIMPIEZA



## CORTE DE LOMOS



## LLENADO Y DOSIFICACION DE LIQUIDO DE COBERTURA



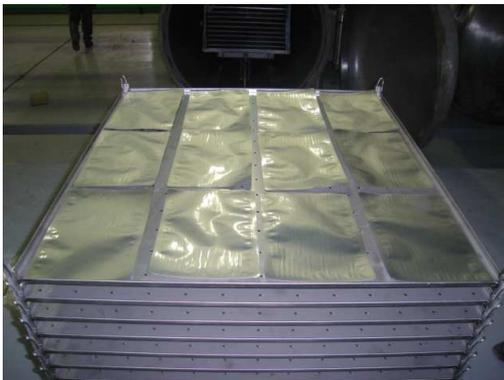
### SELLADO



### COMPACTACION



## ESTERILIZACION



## ETIQUETADO



## ENCARTONADO Y PALETIZADO



## ALMACENAMIENTO



TABLA B1. Resultados de análisis de la materia prima (lomitos de atún) utilizada en la elaboración de atún en pouch.

Parámetro medido	Resultado
Histamina	12 ppm
Sal	1.3%
Humedad	67.6%

TABLA B2. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>

R1	R2	Promedio
187	191	189
189	190	189.5
193	187	190
187	185	186
195	194	194.5
190	190	190
188	187	187.5
191	189	190
192	193	192.5
190	189	189.5

TABLA B3. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>

R1	R2	Promedio
183	189	186
187	194	190.5
191	191	191
185	190	187.5
188	188	188
191	190	190.5
193	191	192
195	193	194
190	184	187
189	193	191

R1 = réplica 1      <sup>1</sup> Los valores experimentales reportados para cada réplica es el promedio de 5 análisis  
 R2 = réplica 2

TABLA B4. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>

R1	R2	Promedio
188	192	190
189	193	191
191	187	189
194	190	192
188	190	189
193	192	192.5
195	188	192.5
187	189	188
191	192	191.5
191	190	190.5

TABLA B5. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>

R1	R2	Promedio
193	189	191
191	194	192.5
184	191	187.5
190	190	190
189	193	191
195	193	194
193	191	192
195	189	192
193	190	191.5
190	191	190.5

TABLA B6. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>

R1	R2	Promedio
189	193	191
191	192	191.5
189	192	190.5
191	194	192.5
192	195	193.5
190	190	190
189	193	191
188	194	191
194	189	191.5
191	192	191.5

TABLA B7. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>

R1	R2	Promedio
192	193	192.5
189	191	190
191	197	194
190	195	192.5
192	193	192.5
194	190	192
193	192	192.5
191	190	190.5
191	191	191
194	193	193.5

TABLA B8. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>

R1	R2	Promedio
193	195	194
195	197	196
198	190	190.5
194	191	194
191	193	192.5
192	191	192
193	195	191.5
193	197	194
190	194	192
191	193	192

TABLA B9. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>

R1	R2	Promedio
194	191	192.5
192	190	191
190	194	192
193	195	194
193	198	195.5
195	196	195.5
191	195	193
194	197	195.5
193	195	194
191	193	192

TABLA B10. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>

R1	R2	Promedio
190	193	191.5
194	191	192.5
191	190	190.5
193	195	194
191	193	192
190	191	190.5
194	192	193
191	193	192
193	191	192
190	190	190

TABLA B11. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>

R1	R2	Promedio
185	188	187
183	191	187
188	183	185.5
186	184	185
190	190	190
189	188	188.5
189	185	187
190	187	188.5
186	191	188.5
187	188	187.5

TABLA B12. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>

R1	R2	Promedio
186	187	186.5
192	190	191
190	189	189.5
187	191	189
186	186	186
192	191	191.5
190	186	188
189	188	188.5
188	189	188.5
190	191	190.5

TABLA B13. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>

R1	R2	Promedio
189	193	191
190	184	187
195	193	194
193	191	192
191	190	190.5
189	188	188.5
194	193	193.5
191	193	192
190	185	187.5
188	192	190

TABLA B14. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>

R1	R2	Promedio
190	181	185.5
193	190	191.5
185	199	192
193	191	192
185	193	189
199	193	196
190	190	190
194	181	187.5
191	194	193.5
193	199	196

TABLA B15. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>

R1	R2	Promedio
196	194	195
192	191	191.5
189	193	191
190	191	190.5
194	190	192
192	192	192
191	196	193.5
190	190	190
192	192	192
190	193	191.5

TABLA B16. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>

R1	R2	Promedio
193	194	193.5
181	191	186
192	193	192.5
190	194	192
190	192	191
195	190	192.5
197	190	193.5
191	191	195
191	199	195
193	192	192.5

TABLA B17. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>

R1	R2	Promedio
190	192	191
193	194	193.5
191	192	191.5
194	196	195
190	190	190
191	194	192.5
193	190	191.5
191	196	193.5
194	192	193
190	195	192.5

TABLA B18. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>

R1	R2	Promedio
191	193	192
190	194	192
193	197	195
193	195	194
192	191	191.5
191	193	192
191	196	193.5
190	192	191
194	191	192.5
190	194	192

TABLA B19. Valores experimentales<sup>1</sup> de masa escurrida para pouch de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>

R1	R2	Promedio
191	193	192
193	195	194
194	196	195
191	195	193
195	197	196
193	193	193
194	197	195.5
191	194	192.5
191	193	192
193	195	194

TABLA B20. Valores promedios de masa escurrida para los diferentes tratamientos, tanto para producto en aceite como producto en agua

POUCH EN ACEITE		POUCH EN AGUA	
Tratamiento	Peso escurrido promedio (g)	Tratamiento	Peso escurrido promedio (g)
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	189.8	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	188.5
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	189.7	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	188.9
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	190.5	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	190.6
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	191.2	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	191.3
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	191.4	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	191.9
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	192.1	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	192.4
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	193.3	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	192.4
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	193.5	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	192.6
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	191.8	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	193.7

TABLA B21. Valores totales de masa escurrida para los diferentes tratamientos, para pouch de 200 g en aceite

Tratamiento	R1	R2	suma
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	190.2	189.5	379.7
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	189.2	190.3	379.5
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	190.7	190.3	381
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	191.3	191.1	382.4
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	190.4	192.4	382.8
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	191.7	192.5	384.2
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	193	193.6	386.6
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	192.6	194.4	387
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	191.7	191.9	383.6
suma	1720.8	1726	3446.8

TABLA B22. Valores totales de masa escurrida para los diferentes tratamientos, para pouch de 200 g en agua

Tratamiento	R1	R2	suma
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	187.3	187.5	374.8
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	189	188.8	377.8
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	191	190.2	381.2
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	191.3	191.1	382.4
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	191.6	192.2	383.8
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	191.3	192.6	383.9
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	191.7	193.1	384.8
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	191.5	193.6	385.1
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	192.6	194.8	387.4
suma	1717.3	1723.9	3441.2

TABLA B23. Análisis de varianza para masa escurrida en pouch de 200 g en aceite, con  $\alpha = 0.05$

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	RAZON DE VAIANZA
Replicaciones	1.50	1	1.50	5.32
Peso de pescado (A)	24.14	2	12.07*	4.46
Porcentaje de flakes (B)	0.037	2	0.02	4.46
(p. pesc)(% flakes) (AB)	4.97	4	1.24	3.84
Residuo	3.59	8	0.45	
TOTAL	34.24	17		

\* Valor significativo

TABLA B24. Análisis de varianza para masa escurrida en pouch de 200 g en agua, con  $\alpha = 0.05$

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	RAZON DE VAIANZA
Replicaciones	2.42	1	2,42	5.32
Peso de pescado (A)	48.32	2	24.16*	4.46
Porcentaje de flakes (B)	9.22	2	4.61*	4.46
(p. pesc)(% flakes) (AB)	3.76	4	0.94	3.84
Residuo	4.59	8	0.57	
TOTAL	68.31	17		

\* Valor significativo

GRAFICO B1. MASA ESCURRIDA PARA TRATAMIENTOS, POUCH EN ACEITE

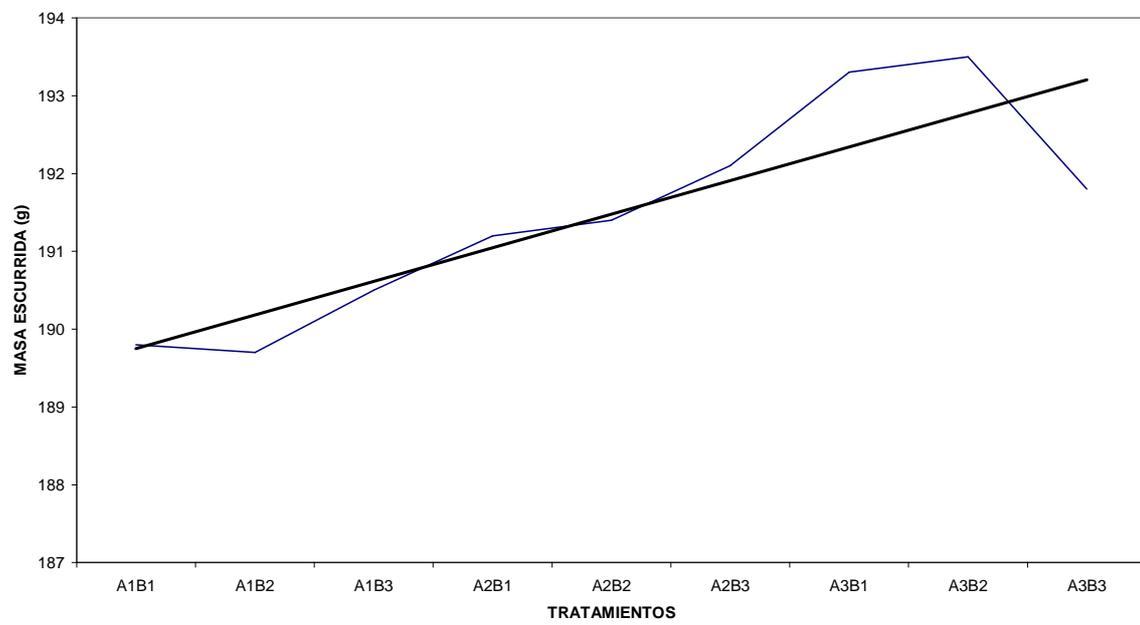


GRAFICO B2. MASA ESCURRIDA PARA TRATAMIENTOS, POUCH EN AGUA

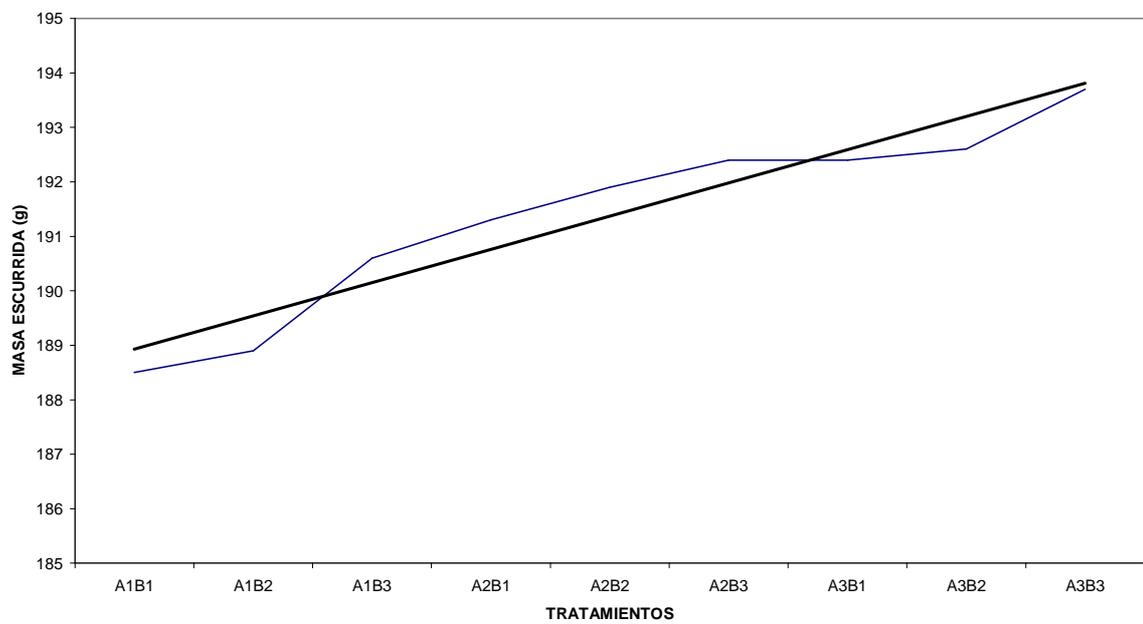


TABLA C1. Datos de penetración de calor (historias de temperaturas) para los productos: pouch de atún en aceite y pouch de atún en agua



Guayaquil, Ecuador  
foodtechnologies@yahoo.com

### DATA COLLECTION REPORT

Generated by CALSoft32 Collect 2.0.0 CW1087 ©1996, TechniCAL, Inc.  
Martes, Junio 19, 2007 1:59:44 pm

COMPANY : TECOPECA  
PRODUCT : ATUN, CHUNK 200 g  
CONTAINER : POUCH 190 x 140 mm  
CONT. INFO : TEST 1  
TEST DATE : 08-19-06  
TEST TIME : 19:34:36  
STERILIZER : CASCADE No 6 FISHBAM  
RPM : 0  
FILE NAME : C:\ARCHIVOS DE PROGRAMA\TCALICALSOFT\DATA\TECOPECA\AGOSTO 19, 2006\06081901

NOTES : Tc 1-6 en aceite, Tc 7- 13 en agua

TIME (hh:mm:ss)	THERMOCOUPLES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00:00:00	25.79	26.18	26.02	26.06	26.72	26.18	25.74	25.17	25.68	24.07	24.87	24.43	24.17	26.49	33.18	0.00
00:00:30	25.75	26.15	25.85	26.01	26.60	26.15	25.72	25.02	25.70	23.91	24.81	24.42	24.19	26.56	32.83	0.00
00:01:00	25.81	26.23	25.92	26.11	26.71	26.23	25.74	25.09	25.73	24.16	24.94	24.49	24.36	26.64	33.03	0.00
00:01:30	25.81	26.24	26.00	26.06	26.69	26.24	25.76	25.24	25.79	24.13	24.91	24.57	24.49	26.75	33.01	0.00
00:01:56	<b>33.00</b>															
00:02:00	25.85	26.35	25.92	26.11	26.79	26.35	25.85	25.36	25.87	24.26	25.02	24.67	24.62	26.84	32.99	0.00
00:02:30	25.67	26.13	25.73	26.01	26.55	26.13	25.65	24.97	25.57	24.15	24.90	24.40	24.38	27.50	33.01	0.00
00:03:00	25.44	25.82	25.79	25.53	26.44	25.82	25.74	24.96	26.16	26.36	24.69	24.74	25.12	37.16	31.15	0.00
00:03:30	27.04	26.88	26.19	26.01	27.40	26.88	26.34	25.48	30.02	32.29	25.16	27.14	28.15	46.14	41.66	0.00
00:04:00	29.62	27.56	26.47	26.79	28.76	27.56	27.04	25.79	34.44	37.52	25.76	31.01	32.10	54.31	50.20	0.00
00:04:30	32.67	28.90	26.89	27.82	30.77	28.90	28.02	26.71	39.03	43.32	26.84	35.81	36.26	61.78	58.07	0.00
00:05:00	36.05	30.17	27.72	28.92	33.54	30.17	29.06	27.56	43.49	48.96	28.16	40.58	40.67	68.01	65.47	0.00
00:05:30	39.38	32.38	29.06	30.49	37.03	32.38	30.86	29.47	48.34	54.62	29.83	45.86	44.43	74.88	71.93	0.00
00:06:00	42.91	34.52	30.49	32.30	40.92	34.52	32.69	30.82	53.25	60.27	32.08	51.17	47.64	80.25	78.33	0.00
00:06:13	<b>FLOW RAT 78.30</b>															
00:06:06	<b>80.00</b>															
00:06:30	46.54	37.44	32.58	34.40	45.34	37.44	34.85	32.97	58.12	65.54	34.38	56.44	51.19	85.27	83.86	0.00
00:06:35	<b>CHART 85.00</b>															
00:06:41	<b>PANEL 85.00</b>															
00:07:00	50.20	40.43	34.69	36.56	49.99	40.43	37.34	35.89	62.98	70.72	37.05	61.94	55.16	90.30	88.56	0.00
00:07:30	53.89	43.63	37.18	38.88	54.93	43.63	39.81	38.62	67.76	75.46	39.92	66.79	58.74	94.13	93.08	0.00
00:07:57	<b>94.00</b>															
00:08:00	57.55	47.24	40.34	41.62	60.11	47.24	42.77	41.71	72.66	80.29	42.81	71.60	62.48	98.63	97.48	0.00
00:08:10	<b>FLOW RAT 97.00</b>															
00:08:30	60.77	50.76	43.44	44.16	65.34	50.76	45.59	45.67	77.30	84.45	46.11	76.22	66.40	102.28	100.67	0.00
00:09:00	64.28	54.99	44.26	46.95	70.52	54.99	48.70	49.77	81.72	88.63	49.29	80.66	69.29	106.54	104.37	0.00
00:09:30	68.11	58.43	49.36	50.09	75.85	58.43	51.67	54.43	85.87	92.51	52.64	84.92	73.07	109.37	107.88	0.00
00:10:00	71.27	62.54	54.14	52.88	80.77	62.54	54.89	59.16	89.93	95.69	56.16	88.94	76.88	111.45	111.20	0.00
00:10:30	74.92	66.12	57.73	56.02	85.19	66.12	57.89	63.03	93.32	97.54	60.05	92.68	79.13	110.58	110.46	0.00
00:11:00	77.39	69.58	60.39	58.76	88.51	69.58	60.49	67.23	95.66	99.07	63.12	94.86	81.67	111.74	111.24	0.00
00:11:06	<b>CHART 114.00</b>															
00:11:13	<b>PANEL 85.00</b>															
00:11:16	<b>PANEL 85.00</b>															

**DATA COLLECTION REPORT**  
 Generated by CALSoft32 Collect 2.0.0 CW1087 ©1996, TechniCAL, Inc.  
 Martes, Junio 19, 2007 1:59:44 pm

FILE NAME : C:\ARCHIVOS DE PROGRAMA\TCAL\CALSOFT\DATA\TECOPESCA\AGOSTO 19, 2006\06081901 200 G.C3

TIME (hh:mm:ss)	THERMOCOUPLES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00:11:20	<b>PANEL 114.30</b>															
00:11:30	80.02	72.82	52.32	61.54	91.53	72.82	63.42	70.88	97.87	100.43	66.56	97.15	83.74	113.06	111.48	0.00
00:11:47	<b>FLOW RAT111.06</b>															
00:11:36	<b>113.06</b>															
00:12:00	82.66	75.94	67.22	64.40	94.04	75.94	66.02	74.55	99.99	101.99	69.38	99.24	86.30	113.31	112.07	0.00
00:12:30	85.01	79.14	68.86	67.09	96.54	79.14	68.72	77.14	101.94	103.31	72.55	101.18	88.06	114.03	112.62	0.00
00:12:49	Come-up-Time achieved															
00:12:35	<b>CHART 115.80</b>															
00:12:52	<b>PANEL 115.00</b>															
00:13:00	87.32	81.52	64.23	69.55	98.61	81.52	71.26	79.73	103.56	104.13	74.92	102.49	89.79	113.59	112.49	0.00
00:13:13	<b>FLOW RAT113.00</b>															
00:13:25	<b>113.59</b>															
00:13:30	89.47	83.84	67.82	71.97	100.11	83.84	73.69	82.33	104.87	105.03	77.62	103.93	91.54	114.34	112.84	0.00
00:14:00	91.44	86.18	66.31	74.32	101.85	86.18	76.02	84.74	106.03	105.79	80.10	104.94	93.24	115.01	112.69	0.00
00:14:30	92.98	88.20	73.99	76.48	102.94	88.20	78.06	86.50	107.09	106.42	82.26	105.98	95.06	114.62	113.38	0.00
00:15:00	94.46	90.22	72.94	78.72	104.15	90.22	80.17	88.80	107.99	107.14	84.14	107.02	95.98	114.57	113.35	0.00
00:15:30	95.82	92.06	71.34	80.76	105.18	92.06	82.16	89.74	108.82	107.75	86.09	107.79	97.22	115.02	113.72	0.00
00:16:00	97.18	93.54	77.21	82.64	105.89	93.54	83.88	91.65	109.43	108.33	87.64	108.31	98.58	115.11	113.69	0.00
00:16:30	98.48	95.19	81.39	84.67	106.79	95.19	85.74	93.04	110.19	108.79	89.39	108.92	99.68	114.87	113.69	0.00
00:17:00	99.55	96.52	85.29	86.43	107.51	96.52	87.24	94.34	110.62	109.04	90.72	109.41	100.44	114.80	113.53	0.00
00:17:30	100.58	97.79	86.76	87.99	107.87	97.79	88.85	95.47	110.89	109.44	92.25	109.86	101.01	115.03	113.74	0.00
00:18:00	101.59	98.74	84.96	89.51	108.59	98.74	90.34	96.94	111.56	109.82	93.35	110.16	101.22	114.98	113.58	0.00
00:18:30	101.99	99.87	85.73	90.99	108.93	99.87	91.48	97.21	111.72	110.17	94.56	110.58	101.58	115.84	113.83	0.00
00:19:00	102.80	100.89	86.15	92.36	109.45	100.89	92.93	98.54	112.02	110.59	95.76	110.90	102.43	115.12	113.87	0.00
00:19:30	103.59	102.11	87.35	93.81	109.77	102.11	94.14	98.78	112.42	110.69	96.59	111.40	102.56	115.01	113.87	0.00
00:20:00	104.35	102.69	88.90	95.08	110.06	102.69	95.22	100.10	112.44	110.99	97.90	111.52	103.90	115.04	113.42	0.00
00:20:30	104.83	103.48	89.42	96.04	110.24	103.48	96.34	100.84	112.79	111.07	98.55	111.73	104.01	114.86	113.57	0.00
00:21:00	105.37	104.53	90.43	97.07	110.60	104.53	97.24	101.33	112.87	111.37	99.43	111.93	103.93	115.19	113.63	0.00
00:21:30	105.97	104.78	91.12	98.09	110.93	104.78	98.23	102.44	113.09	111.77	100.16	112.27	104.18	115.19	114.06	0.00
00:22:00	106.24	105.47	92.02	99.17	111.08	105.47	99.06	102.46	113.28	111.61	101.12	112.34	104.64	115.14	113.71	0.00
00:22:30	106.82	106.08	93.01	100.01	111.24	106.08	100.02	103.09	113.51	112.03	101.86	112.53	104.92	115.30	113.63	0.00
00:23:00	107.03	106.77	94.59	100.84	111.42	106.77	100.50	103.80	113.48	112.23	102.30	112.59	105.94	115.07	113.91	0.00
00:23:30	107.64	107.23	95.83	101.77	111.52	107.23	101.37	104.46	113.71	112.40	103.24	112.96	105.89	115.21	113.81	0.00
00:24:00	107.88	107.52	97.06	102.39	111.75	107.52	102.01	104.77	113.82	112.51	103.89	113.13	106.27	115.27	113.92	0.00
00:24:30	108.12	108.04	98.99	103.04	111.92	108.04	102.72	105.16	113.76	112.69	104.20	113.13	106.36	115.15	113.76	0.00
00:25:00	108.51	108.48	99.83	103.73	112.09	108.48	103.28	105.50	113.91	112.74	104.87	113.37	106.51	115.24	114.11	0.00
00:25:30	108.86	108.72	100.88	104.34	112.17	108.72	103.88	106.34	114.01	112.71	105.06	113.44	107.25	115.19	114.11	0.00
00:26:00	108.94	109.02	101.84	104.84	112.15	109.02	104.31	106.23	113.86	112.77	105.57	113.41	106.91	115.15	113.39	0.00
00:26:30	109.43	109.42	102.82	105.40	112.30	109.42	104.86	106.48	114.08	112.88	106.22	113.60	107.83	114.99	113.57	0.00
00:27:00	109.52	109.72	103.82	105.86	112.39	109.72	105.32	106.52	114.04	112.98	106.64	113.64	107.91	114.89	114.13	0.00
00:27:30	109.79	109.71	104.81	106.33	112.47	109.71	105.61	107.66	114.18	112.88	106.63	113.77	108.61	114.89	113.40	0.00
00:28:00	110.11	110.14	105.82	106.67	112.48	110.14	106.10	107.11	114.16	113.06	107.28	113.70	108.27	115.01	113.51	0.00
00:28:30	110.29	110.80	106.11	107.32	112.68	110.80	106.76	107.91	114.21	113.23	107.64	113.87	109.03	114.67	114.37	0.00

**DATA COLLECTION REPORT**  
 Generated by CALSoft32 Collect 2.0.0 CW1087 ©1996, TechniCAL, Inc.  
 Martes, Junio 19, 2007 1:59:44 pm

FILE NAME : C:\ARCHIVOS DE PROGRAMA\TCAL\CALSOFT\DATA\TECOPESCA\AGOSTO 19, 2006\06081901 200 G.C3

TIME	THERMOCOUPLES															
(hh:mm:ss)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00:29:00	110.39	111.01	84.63	107.44	112.61	111.01	107.03	108.17	114.16	113.12	107.83	113.71	108.76	114.54	114.19	0.00
00:29:30	110.58	111.06	88.67	107.84	112.72	111.06	107.43	108.48	114.11	113.20	108.29	113.87	109.23	115.23	114.54	0.00
00:30:00	110.76	111.32	95.46	108.29	112.93	111.32	107.72	108.64	114.34	113.45	108.48	113.91	109.43	115.36	114.73	0.00
00:30:30	110.99	111.63	98.32	108.57	112.88	111.63	108.12	109.12	114.33	113.56	108.86	114.02	109.36	115.06	115.07	0.00
00:31:00	110.99	111.32	72.03	108.81	113.13	111.32	108.12	108.59	114.44	113.71	109.21	114.15	109.37	115.47	113.86	0.00
00:31:30	111.08	111.46	84.72	109.22	113.19	111.46	108.52	109.11	114.44	113.70	109.25	114.12	109.79	115.26	113.82	0.00
00:32:00	111.38	111.83	89.36	109.23	113.04	111.83	108.79	108.92	114.48	113.64	109.54	114.28	109.72	115.19	113.55	0.00
00:32:30	111.36	111.91	87.87	109.53	113.12	111.91	109.11	109.27	114.43	113.66	109.86	114.06	109.85	114.99	113.42	0.00
00:33:00	111.48	111.78	84.24	109.81	113.14	111.78	109.34	109.04	114.48	113.68	110.02	114.02	110.06	114.97	113.36	0.00
00:33:30	111.57	112.07	89.28	110.19	113.17	112.07	109.45	109.32	114.45	113.64	110.30	114.33	110.07	115.07	113.57	0.00
00:34:00	111.87	112.37	89.15	110.34	113.18	112.37	109.65	109.35	114.34	113.75	110.44	114.23	110.00	115.01	113.68	0.00
00:34:30	111.81	112.28	81.86	110.47	113.22	112.28	109.76	109.68	114.38	113.72	110.48	114.21	110.83	114.98	113.19	0.00
00:35:00	112.01	112.33	88.38	110.61	113.26	112.33	110.02	109.43	114.43	113.86	110.84	114.03	110.55	115.68	113.77	0.00
00:35:30	112.02	112.62	84.68	110.97	113.25	112.62	110.23	109.89	114.57	113.95	110.90	114.32	110.98	115.36	113.87	0.00
00:36:00	112.23	112.62	80.04	111.13	113.29	112.62	110.36	110.66	114.25	113.95	110.91	114.19	111.04	115.15	113.44	0.00
00:36:30	112.21	112.44	69.62	111.21	113.49	112.44	110.54	109.95	114.44	113.90	111.21	114.28	111.06	115.06	113.26	0.00
00:37:00	112.29	112.87	86.94	111.38	113.45	112.87	110.73	110.36	114.51	114.02	111.50	114.29	111.58	114.98	114.11	0.00
00:37:30	112.46	112.97	83.52	111.44	113.44	112.97	110.81	110.73	114.29	114.02	111.49	114.16	111.22	114.98	113.63	0.00
00:38:00	112.48	112.82	82.44	111.81	113.67	112.82	110.93	110.17	114.61	114.20	111.56	114.41	111.38	115.30	113.96	0.00
00:38:30	112.51	112.64	83.51	111.79	113.63	112.64	111.16	110.91	114.42	114.25	111.73	114.28	111.30	115.11	114.14	0.00
00:39:00	112.72	112.81	85.68	111.97	113.63	112.81	111.23	110.41	114.48	114.17	111.86	114.38	111.52	115.28	113.47	0.00
00:39:30	112.61	113.03	84.42	112.02	113.72	113.03	111.39	110.61	114.67	114.23	112.19	114.43	111.71	115.08	113.72	0.00
00:40:00	112.85	112.94	89.12	112.24	113.88	112.94	111.53	110.87	114.47	114.28	111.99	114.41	111.69	115.24	113.05	0.00
00:40:30	112.72	113.19	88.12	112.29	113.70	113.19	111.66	111.00	114.58	114.18	112.02	114.44	111.51	115.10	113.47	0.00
00:41:00	112.94	113.41	83.50	112.44	113.57	113.41	111.65	110.97	114.35	114.22	112.21	114.34	111.53	115.14	113.67	0.00
00:41:30	113.02	113.44	87.59	112.71	113.86	113.44	111.97	110.98	114.53	114.21	112.68	114.37	111.74	115.06	113.51	0.00
00:42:00	113.07	113.41	90.18	112.73	113.76	113.41	111.91	111.18	114.51	114.31	112.48	114.54	111.73	115.04	113.74	0.00
00:42:30	113.01	113.65	87.68	112.73	113.83	113.65	112.07	111.00	114.59	114.26	112.47	114.48	111.84	114.97	113.61	0.00
00:43:00	113.16	113.52	88.14	112.83	113.74	113.52	112.10	111.42	114.48	114.23	112.68	114.35	112.01	115.39	114.00	0.00
00:43:30	113.24	113.66	92.24	112.81	113.87	113.66	112.16	111.53	114.54	114.31	112.85	114.43	112.06	115.28	113.98	0.00
00:44:00	113.27	113.71	81.92	112.96	114.01	113.71	112.34	112.01	114.51	114.42	112.71	114.52	112.21	115.31	114.23	0.00
00:44:30	113.28	113.70	91.01	113.02	113.92	113.70	112.41	111.68	114.68	114.46	112.83	114.51	112.13	115.29	113.78	0.00
00:45:00	113.31	113.83	85.57	113.19	114.00	113.83	112.58	111.44	114.62	114.39	113.22	114.52	112.25	115.17	113.83	0.00
00:45:30	113.34	113.68	93.20	113.18	113.93	113.68	112.49	111.50	114.57	114.33	113.14	114.49	112.26	115.14	113.58	0.00
00:46:00	113.37	113.65	92.13	113.26	113.92	113.65	112.53	111.05	114.48	114.36	113.06	114.44	112.31	115.06	113.63	0.00
00:46:30	113.40	113.88	86.81	113.27	114.03	113.88	112.68	111.59	114.57	114.42	113.38	114.43	112.49	114.91	113.59	0.00
00:47:00	113.68	113.92	92.34	113.39	114.15	113.92	112.82	111.87	114.65	114.39	113.23	114.64	112.53	114.87	113.96	0.00
00:47:30	113.56	113.87	88.53	113.55	113.90	113.87	112.86	112.05	114.64	114.23	113.22	114.43	112.65	114.91	113.69	0.00
00:48:00	113.61	113.84	85.62	113.54	114.12	113.84	112.87	111.86	114.52	114.47	113.45	114.43	112.36	115.03	113.51	0.00
00:48:30	113.61	113.92	80.59	113.42	113.95	113.92	112.87	112.07	114.49	114.27	113.31	114.34	112.45	114.80	113.84	0.00
00:49:00	113.57	113.92	95.05	113.60	113.99	113.92	112.94	112.09	114.61	114.31	113.39	114.52	112.54	115.45	114.12	0.00
00:49:30	113.66	113.92	95.28	113.72	114.03	113.92	113.09	112.02	114.62	114.44	113.45	114.54	112.73	115.32	113.84	0.00
00:50:00	113.61	113.99	92.29	113.54	114.09	113.99	113.04	111.82	114.48	114.35	113.37	114.52	112.39	115.08	113.59	0.00

**DATA COLLECTION REPORT**  
 Generated by CALSoft32 Collect 2.0.0 CW1087 ©1996, TechniCAL, Inc.  
 Martes, Junio 19, 2007 1:59:44 pm

FILE NAME : C:\ARCHIVOS DE PROGRAMA\TCAL\CALSOFT\DATA\TECOPESCA\AGOSTO 19, 2006\06081901 200 G.C3

TIME	THERMOCOUPLES															
(hh:mm:ss)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
00:50:30	113.63	113.98	90.53	113.57	114.04	113.98	113.11	111.90	114.55	114.38	113.72	114.47	112.90	115.03	113.93	0.00
00:51:00	113.75	113.81	95.91	113.82	114.12	113.81	113.29	112.73	114.47	114.63	113.29	114.71	112.61	115.58	113.59	0.00
00:51:30	113.79	114.26	105.12	113.76	114.08	114.26	113.30	112.66	114.55	114.50	113.59	114.47	113.09	114.77	114.43	0.00
00:52:00	113.92	114.31	94.64	113.86	114.18	114.31	113.34	112.68	114.61	114.51	113.51	114.51	112.98	114.77	114.62	0.00
00:52:30	113.88	114.31	100.40	113.89	114.14	114.31	113.37	112.68	114.62	114.52	113.74	114.51	112.96	114.76	114.60	0.00
00:53:00	113.85	114.17	100.79	113.79	114.18	114.17	113.37	112.71	114.47	114.43	113.76	114.48	112.88	114.58	114.44	0.00
00:53:30	113.83	114.40	101.52	113.98	114.14	114.40	113.41	112.93	114.62	114.49	113.64	114.47	113.15	114.92	114.68	0.00
00:54:00	113.96	114.38	104.79	113.96	114.21	114.38	113.56	113.03	114.62	114.59	113.78	114.68	113.44	115.08	114.74	0.00
00:54:30	113.73	113.72	81.58	113.95	114.16	113.72	113.32	111.38	114.68	114.54	113.93	114.62	112.64	115.46	113.23	0.00
00:55:00	113.82	113.96	82.73	113.92	114.24	113.96	113.48	111.96	114.61	114.53	113.75	114.57	113.26	115.19	113.66	0.00
00:55:30	113.84	114.01	85.65	114.07	114.19	114.01	113.57	112.02	114.76	114.61	114.01	114.53	112.88	115.38	113.68	0.00
00:56:00	113.81	113.94	88.34	114.07	114.20	113.94	113.48	112.34	114.61	114.58	113.90	114.57	112.78	115.17	113.66	0.00
00:56:30	113.93	113.99	89.32	114.02	114.24	113.99	113.53	112.54	114.62	114.62	113.99	114.57	113.29	115.04	113.75	0.00
00:57:00	113.81	113.84	91.66	114.09	114.18	113.84	113.52	112.25	114.65	114.47	113.79	114.50	112.97	115.12	113.27	0.00
00:57:30	113.86	114.07	89.47	114.08	114.09	114.07	113.54	112.49	114.49	114.57	113.78	114.56	112.87	114.97	113.77	0.00
00:58:00	113.76	114.01	88.81	114.01	114.16	114.01	113.63	112.51	114.52	114.39	113.79	114.41	112.95	115.01	113.32	0.00
00:58:30	113.86	114.09	89.42	114.02	114.05	114.09	113.57	112.53	114.61	114.34	114.16	114.41	113.27	115.31	113.51	0.00
00:59:00	113.89	113.92	93.98	114.03	114.12	113.92	113.57	112.20	114.52	114.46	114.14	114.43	113.11	115.31	113.56	0.00
00:59:30	114.11	114.17	91.71	114.29	114.31	114.17	113.71	112.79	114.59	114.53	114.09	114.58	113.08	115.37	113.89	0.00
01:00:00	113.84	114.09	86.50	114.14	114.19	114.09	113.61	112.71	114.48	114.54	113.86	114.57	112.91	115.08	113.54	0.00
01:00:30	113.88	114.02	92.56	114.13	114.28	114.02	113.76	112.74	114.47	114.42	113.89	114.44	112.96	115.66	113.64	0.00
01:00:38	<b>CHART 116.40</b>															
01:00:47	<b>PANEL 116.40</b>															
01:00:58	<b>115.24</b>															
01:01:00	113.76	114.04	94.13	114.16	114.14	114.04	113.68	112.14	114.56	114.51	113.96	114.36	113.02	115.24	113.91	0.00
01:01:18	<b>FLOW RAT1,500.00</b>															
01:01:30	113.80	113.88	82.53	114.14	114.37	113.88	113.91	112.43	114.49	114.56	113.98	114.59	112.91	115.37	113.40	0.00
01:01:53	<b>MIG 114.00</b>															
01:01:42	<b>FLOW RAT114.00</b>															
01:01:35	<b>PRESSURE1,500.00</b>															
01:02:00	113.98	114.07	90.83	114.27	114.28	114.07	113.72	112.23	114.68	114.62	114.24	114.61	113.46	115.21	113.66	0.00
01:02:30	114.09	114.11	89.79	114.31	114.32	114.11	113.88	112.59	114.64	114.59	114.14	114.63	113.13	115.22	113.72	0.00
01:03:00	114.03	114.18	90.92	114.21	114.24	114.18	113.81	112.74	114.49	114.48	114.10	114.65	112.97	115.07	113.53	0.00
01:03:30	113.99	114.20	91.87	114.22	114.26	114.20	113.95	112.81	114.52	114.54	114.06	114.54	113.05	114.93	113.72	0.00
01:04:00	113.83	114.09	83.92	114.16	114.11	114.09	113.72	112.43	114.46	114.34	114.02	114.37	113.06	114.97	113.43	0.00
01:04:30	113.94	113.88	88.53	114.26	114.23	113.88	113.83	112.01	114.59	114.43	114.10	114.42	112.88	115.16	112.96	0.00
01:05:00	114.07	114.19	90.87	114.17	114.24	114.19	113.96	112.95	114.52	114.38	114.04	114.31	112.94	114.78	113.64	0.00
01:05:30	113.97	114.11	92.03	114.22	114.16	114.11	113.85	112.71	114.45	114.45	113.99	114.36	112.92	114.56	113.49	0.00
01:06:00	113.92	114.09	92.27	114.21	114.14	114.09	113.90	112.47	114.43	114.32	114.11	114.29	113.06	114.93	113.37	0.00
01:06:30	113.94	114.09	92.44	114.25	114.18	114.09	113.94	112.76	114.51	114.36	114.00	114.37	112.98	114.86	113.58	0.00
01:07:00	114.01	113.94	94.91	114.23	114.17	113.94	113.99	112.69	114.41	114.47	113.94	114.37	113.20	114.97	113.46	0.00
01:07:30	113.99	114.15	97.43	114.29	114.29	114.15	113.98	112.91	114.43	114.42	113.91	114.48	113.35	115.30	113.92	0.00
01:08:00	113.88	114.10	96.71	114.34	114.31	114.10	113.96	112.73	114.60	114.48	114.01	114.50	113.35	115.10	113.88	0.00

**DATA COLLECTION REPORT**  
 Generated by CALSoft32 Collect 2.0.0 CW1087 ©1996, TechniCAL, Inc.  
 Martes, Junio 19, 2007 1:59:45 pm

FILE NAME : C:\ARCHIVOS DE PROGRAMA\TCAL\CALSOFT\DATA\TECOPESCA\AGOSTO 19, 2006\06081901 200 G.C3

TIME (hh:mm:ss)	THERMOCOUPLES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
01:08:30	113.84	114.14	84.32	114.17	114.23	114.14	113.96	112.43	114.51	114.51	114.17	114.41	113.16	115.13	113.60	0.00
01:08:36	Cooling Entered															
01:09:00	113.75	113.95	74.69	114.39	113.99	113.95	113.84	112.28	114.53	114.53	114.19	114.42	113.09	111.76	111.51	0.00
01:09:30	113.07	112.94	95.83	113.07	111.43	112.94	113.31	111.17	110.80	111.29	113.61	112.06	109.38	91.04	95.61	0.00
01:10:00	110.22	111.55	102.51	111.28	105.99	111.55	111.66	108.89	96.16	102.59	112.37	105.54	107.58	76.32	77.16	0.00
01:10:30	106.38	110.10	96.32	108.95	100.43	110.10	109.60	106.18	85.31	91.98	110.79	96.50	104.42	66.02	66.14	0.00
01:11:00	101.89	108.46	109.03	106.63	94.84	108.46	107.12	102.38	76.42	82.63	108.32	87.49	97.74	58.86	57.98	0.00
01:11:30	97.60	106.59	109.36	104.17	89.51	106.59	104.24	97.39	69.18	74.45	105.48	79.43	93.34	53.65	51.12	0.00
01:12:00	93.36	104.47	88.65	102.10	84.42	104.47	101.11	92.78	63.52	68.38	102.14	72.48	89.02	49.02	46.69	0.00
01:12:30	89.62	102.36	145.07	99.58	80.06	102.36	97.97	89.34	58.86	63.46	98.77	66.71	85.23	46.20	43.29	0.00
01:13:00	86.13	99.73	117.32	97.16	75.71	99.73	94.83	85.64	55.09	59.44	95.56	61.64	81.37	42.81	40.47	0.00
01:13:30	82.31	97.07	192.51	94.98	71.72	97.07	91.51	82.73	52.11	56.19	92.37	57.36	77.32	41.22	38.03	0.00
01:14:00	78.81	94.15	183.71	92.63	68.11	94.15	88.33	79.89	49.34	53.58	89.40	53.61	73.39	39.45	36.88	0.00
01:14:30	75.67	91.24	82.87	90.22	64.82	91.24	85.23	77.19	47.42	51.29	86.51	50.59	69.80	37.85	35.06	0.00
01:15:00	72.63	88.54	86.04	88.19	61.73	88.54	82.26	74.93	45.34	49.51	83.63	47.94	66.86	36.70	34.23	0.00
01:15:30	69.98	85.88	162.77	85.81	59.03	85.88	79.37	72.52	43.78	47.74	81.16	45.67	64.64	35.61	33.47	0.00
01:16:00	67.39	83.22	80.42	83.91	56.45	83.22	76.64	70.65	42.49	46.46	78.69	43.74	61.97	34.77	32.81	0.00
01:16:30	64.96	80.65	174.24	81.79	54.32	80.65	74.13	68.47	41.30	45.22	76.36	41.85	59.99	34.10	32.06	0.00
01:17:00	62.74	78.19	188.42	79.62	52.15	78.19	71.53	66.53	40.27	44.12	74.17	40.77	57.97	34.66	32.04	0.00
01:17:30	60.83	75.49	195.14	77.67	50.42	75.49	69.37	64.62	39.82	43.68	71.96	39.71	56.23	35.14	33.44	0.00
01:18:00	59.03	73.18	83.38	75.76	48.64	73.18	67.09	62.97	39.29	43.43	70.09	38.92	54.87	35.24	33.38	0.00
01:18:30	57.43	70.82	189.14	73.78	47.51	70.82	65.17	61.63	38.92	42.89	68.31	38.46	53.67	34.62	33.27	0.00
01:19:00	55.89	68.61	189.43	72.22	46.18	68.61	63.23	60.16	38.46	42.49	66.84	37.97	52.23	33.66	32.49	0.00
01:19:30	54.26	66.23	193.20	70.42	45.15	66.23	61.46	58.78	37.76	41.83	65.33	37.43	50.90	32.86	31.32	0.00
01:20:00	52.82	64.03	195.38	68.81	43.86	64.03	59.78	57.44	37.27	41.23	63.78	36.52	49.51	32.34	31.04	0.00
01:20:30	51.26	62.33	194.91	67.09	42.60	62.33	58.01	56.06	36.33	40.44	62.36	35.91	48.25	31.80	30.08	0.00
01:21:00	49.87	60.63	191.13	65.69	41.81	60.63	56.59	54.99	35.88	39.69	61.12	35.19	47.19	31.59	30.07	0.00
01:21:30	48.41	58.93	195.40	63.92	40.61	58.93	54.90	53.53	35.14	39.11	59.65	34.58	46.08	31.20	29.58	0.00
01:22:00	47.46	57.52	195.52	62.61	39.88	57.52	53.51	52.62	34.81	38.61	58.73	34.14	45.28	31.10	29.56	0.00
01:22:30	46.13	55.93	195.52	61.17	38.92	55.93	52.29	51.38	34.26	38.15	57.48	33.63	44.38	30.89	29.54	0.00
01:23:00	45.09	54.46	195.53	59.82	38.11	54.46	51.12	50.34	33.78	37.63	56.51	33.14	43.52	30.61	29.22	0.00
01:23:30	44.12	53.12	195.53	58.36	37.37	53.12	49.76	49.43	33.40	37.03	55.38	32.69	42.64	30.59	28.93	0.00
01:24:00	42.98	51.69	195.44	57.06	36.74	51.69	48.65	48.34	32.91	36.62	54.21	32.46	41.93	30.29	28.92	0.00
01:24:30	42.22	50.51	49.03	55.74	36.31	50.51	47.58	47.40	32.64	36.21	53.41	32.22	41.24	30.31	29.19	0.00
01:25:00	41.28	49.38	194.73	54.66	35.59	49.38	46.56	46.62	32.30	35.94	52.51	31.84	40.62	30.16	28.62	0.00
01:25:30	40.52	48.34	78.64	53.58	35.06	48.34	45.52	45.68	32.07	35.59	51.49	31.53	39.89	30.05	28.55	0.00
01:26:00	39.74	47.36	195.49	52.41	34.42	47.36	44.71	44.83	31.58	35.18	50.73	31.45	39.29	30.01	28.59	0.00
01:26:30	39.12	46.32	195.49	51.47	34.10	46.32	43.75	44.07	31.51	34.95	49.78	31.09	38.79	29.86	28.83	0.00
01:27:00	38.30	45.32	195.49	50.32	33.68	45.32	43.09	43.44	31.23	34.41	49.03	30.94	38.28	29.73	28.48	0.00
01:27:30	37.95	44.63	195.51	49.44	33.26	44.63	42.20	42.83	31.13	34.20	48.42	30.83	37.77	29.90	28.43	0.00
01:28:00	37.18	43.79	195.53	48.53	32.96	43.79	41.52	42.05	30.92	34.02	47.63	30.68	37.29	29.81	28.58	0.00
01:28:30	36.73	43.02	195.53	47.64	32.69	43.02	40.88	41.52	30.56	33.67	46.82	30.56	36.78	29.73	28.26	0.00
01:29:00	36.50	42.42	195.56	46.96	32.64	42.42	40.33	40.88	30.70	33.57	46.26	30.54	36.37	30.04	28.52	0.00

---

**DATA COLLECTION REPORT**

Generated by CALSoft32 Collect 2.0.0 CW1087 ©1996, TechniCAL, Inc.  
Martes, Junio 19, 2007 1:59:45 pm

FILE NAME : C:\ARCHIVOS DE PROGRAMA\TCAL\CALSOFT\DATA\TECOPESCA\AGOSTO 19, 2006\06081901 200 G.C3

TIME (hh:mm:ss)	THERMOCOUPLES															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
01:29:30	36.13	41.71	195.53	46.32	32.48	41.71	39.86	40.61	30.65	33.38	45.81	30.53	36.12	29.66	29.08	0.00
01:30:00	35.58	41.04	195.49	45.48	32.15	41.04	39.27	40.01	30.57	33.24	45.09	30.28	35.63	29.48	29.12	0.00
01:30:30	35.22	40.29	195.47	44.73	31.86	40.29	38.70	39.56	30.32	32.99	44.44	30.27	35.29	29.61	28.81	0.00
Correct:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling F:	0.28	0.39	999.00	0.36	0.22	0.39	0.36	0.21	0.21	0.22	0.41	0.24	0.19	0.12	0.10	0.00
Heating F:	6.98	7.38	0.07	6.37	8.80	7.38	5.65	4.72	10.85	9.84	6.23	10.28	5.50	14.40	10.61	0.00
Total F:	7.26	7.77	999.00	6.73	9.03	7.77	6.00	4.92	11.07	10.06	6.64	10.52	5.69	14.52	10.71	0.00

TABLA C2. Historias de temperaturas durante el estudio de penetración de calor en pouches de 200 g. en aceite, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>. Valores tomados de las termocupas 1 a 6 respectivamente.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)					
	N° de termocupla					Promedio
	1	2	4	5	6	
0	25.79	26.18	26.06	26.72	26.18	26.19
5	36.05	30.17	28.92	33.54	30.17	31.77
10	71.27	62.54	52.88	80.77	62.54	66.00
15	94.46	90.22	78.72	104.15	90.22	91.55
20	104.35	102.69	95.08	110.06	102.69	102.97
25	108.51	108.48	103.73	112.09	108.48	108.26
30	110.76	111.32	108.29	112.93	111.32	110.92
35	112.01	112.33	110.61	113.26	112.33	112.11
40	112.85	112.94	112.24	113.88	112.94	112.97
45	113.31	113.83	113.19	114	113.83	113.63
50	113.61	113.99	113.54	114.09	113.99	113.84
55	113.82	113.96	113.92	114.24	113.96	113.98
60	113.84	114.09	114.14	114.19	114.09	114.07
65	114.07	114.19	114.17	114.24	114.19	114.17
70	110.22	111.55	111.28	105.99	111.55	110.12
75	72.63	88.54	88.19	61.73	88.54	79.93
80	52.82	64.03	68.81	43.86	64.03	58.71
85	41.28	49.38	54.66	35.59	49.38	46.06
90	35.58	41.04	45.48	32.15	41.04	39.06

TABLA C3. Historias de temperaturas durante el estudio de penetración de calor en pouches de 200 g. en agua, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>. Valores tomados de las termocuplas 7 a 13 respectivamente.

Tiempo (min)	Temperatura (°C) (agua)							
	N° de termocupla							Promedio
	7	8	9	10	11	12	13	
0	25.74	25.17	25.68	24.07	24.87	24.43	24.17	24.88
5	29.06	25.76	43.49	48.96	28.16	40.58	40.67	36.67
10	54.89	59.16	89.93	95.69	56.16	88.94	76.88	74.52
15	80.17	88.8	107.99	107.14	84.14	107.02	95.98	95.89
20	95.22	100.1	112.44	110.99	97.9	111.52	103.9	104.58
25	103.28	105.5	113.91	112.74	104.87	113.37	106.51	108.60
30	107.72	108.64	114.34	113.45	108.48	113.91	109.43	110.85
35	110.02	109.43	114.43	113.86	110.84	114.03	110.55	111.88
40	111.53	110.87	114.47	114.28	111.99	114.41	111.69	112.75
45	112.58	111.44	114.62	114.39	113.22	114.52	112.25	113.29
50	113.04	114.82	114.48	114.35	113.37	114.52	112.39	113.85
55	113.48	111.96	114.61	114.53	113.75	114.57	113.26	113.74
60	113.61	112.71	114.48	114.54	113.86	114.57	112.91	113.81
65	113.96	112.95	114.52	114.38	114.04	114.31	112.94	113.87
70	111.66	108.89	96.16	102.59	112.37	105.54	107.58	106.40
75	82.26	74.93	45.34	49.51	83.63	47.94	66.86	64.35
80	59.78	57.44	37.27	41.23	63.78	36.52	49.51	49.36
85	46.56	46.62	32.3	35.94	52.51	31.84	40.62	40.91
90	39.27	40.01	30.65	33.24	45.09	30.28	35.63	36.31

**TABLA C4. Historias de temperaturas durante el estudio de penetración de calor en pouches de 200 g. en aceite y en agua, para el tratamiento A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>. Valores promedios tomados de las termocuplas usadas para cada producto.**

Tiempo (min)	Temperatura (°C) (aceite)	Temperatura (°C) (agua)
0	26.19	24.88
5	31.77	36.67
10	6.00	74.52
15	91.55	95.89
20	102.97	104.58
25	108.26	108.60
30	110.92	110.85
35	112.11	111.88
40	112.97	112.75
45	113.63	113.29
50	113.84	113.85
55	113.98	113.74
60	114.07	113.81
65	114.17	113.87
70	110.12	106.40
75	79.93	64.35
80	52.71	49.36
85	46.06	40.91
90	39.06	36.31

GRAFICO C1. PENETRACION DE CALOR EN POUCH DE ATUN EN ACEITE, 200 G

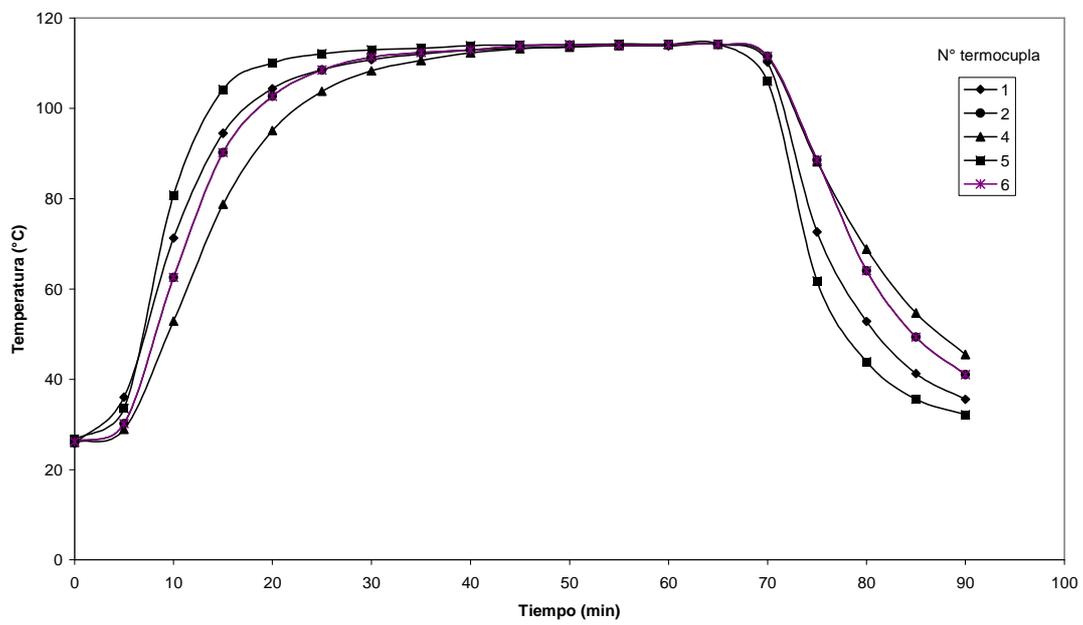


GRAFICO C2. PENETRACION DE CALOR EN POUCH DE ATUN EN AGUA, 200 G

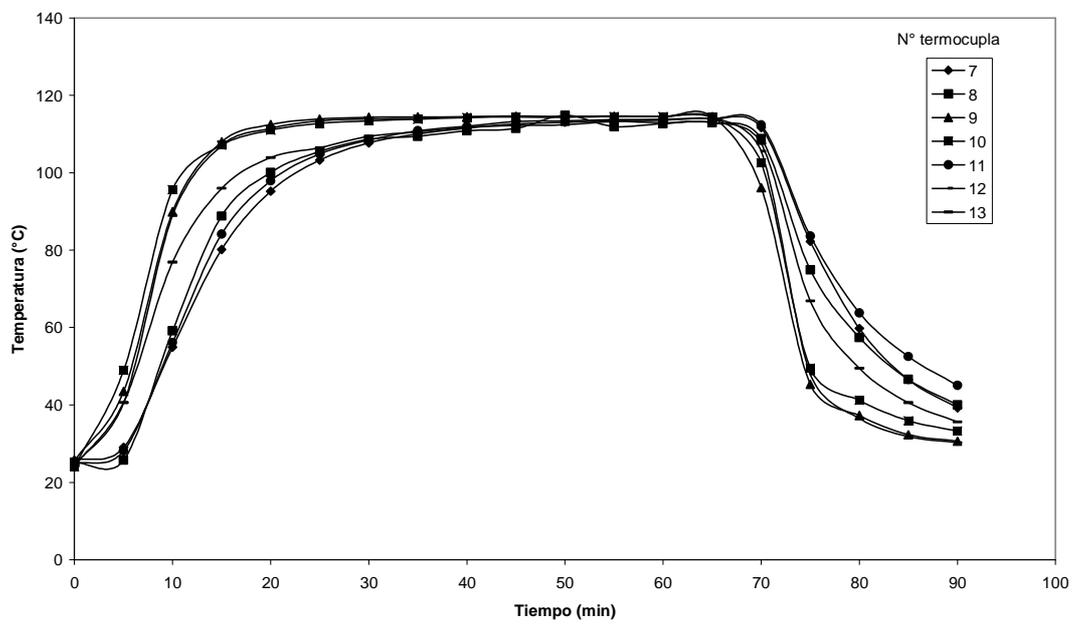
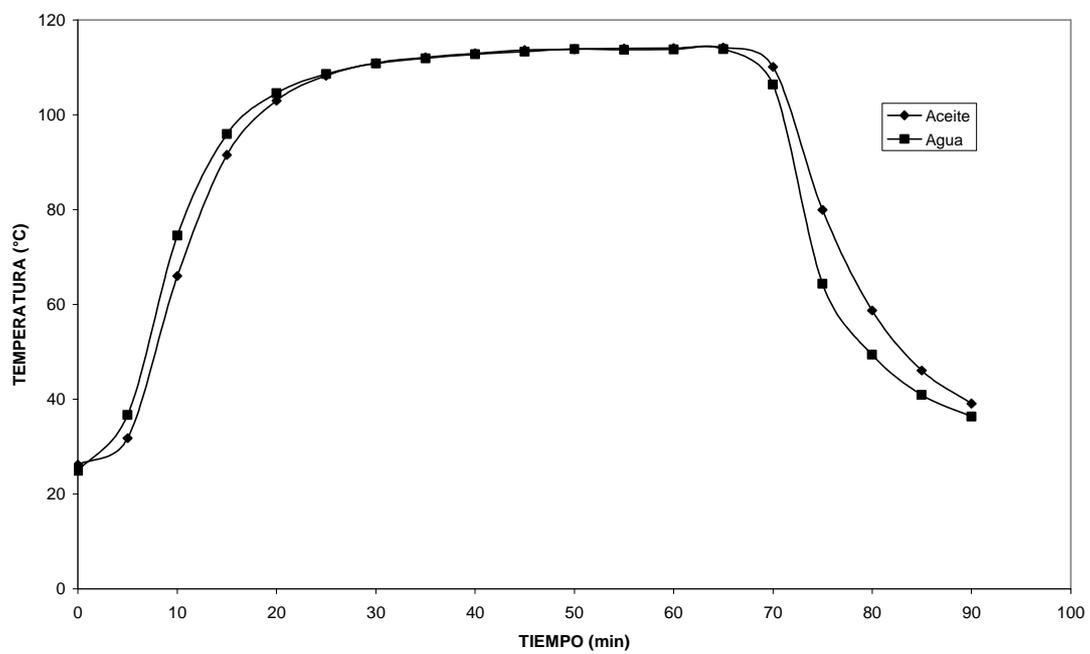


GRAFICO C3. PENETRACION DE CALOR EN POUCH DE ATUN EN AGUA Y EN ACEITE, VALORES PROMEDIOS DE TODAS LAS TERMOCUPLAS USADAS PARA CADA PRODUCTO.



**TABLA D1. Factores Críticos y de Penetración de Calor, valores de proceso programado para  $F_0 = 4$**

<b>CALSoft32 Calculate - Process Time</b>				
Generated by CALSoft32 Calculate 2.0.0 CW1087 © 1996, TechniCAL, Inc.				
Julio 19, 2007 11:08:37 pm				
COMPANY : TECOPESCA				
PRODUCT : ATUN, CHUNK 200 G EN AGUA Y/O ACEITE				
CONTAINER : POUCH 190 x 140 mm				
CONT.INFO :TEST1				
STERILIZER : CASCADE No 6 FISHBAM				
OTHER INFO : Tc 1-6 en aceite, Tc 7- 13 en agua, CALSoft file: C:\ARCHIVOS DE				
PROG RAMA\TCAL\CALSOFT\DATA\TECOPESCA\0608 1901 200 G .C32				
ProCAL Record Number 58				
<b>CRITICAL FACTORS:</b>				
- Minimo tiempo de levante de temp: 30 minutes, minima presion durante el proceso: 1500 mb				
- Formulacion del producto igual al implementado durante la esta prueba				
- Maximo espesor del pouch: 20 mm. Maximo contenido de aire 15 cc				
- El peso de llenado EN ACETE no puede ser mayor a 170 PESCADO, 23 ACEITE y 12 g agua . EN AGUA 170 PESCADO y 35 g AGUA				
jh= 0.70 fh=22.32 f2=99.85 xbh=21.07				
jc = 1.41 fc = 22.32 F(10.00/121.11) = 4.00				
m+g =100 Come-Up-Time used for Credit Calculation= 0.00 Process Correction Factor = 0.00%				
<b>9th Degree Bali Formula Used</b>				
<b>I.T. (deg. C)</b>	<b>R.T. (deg. C)</b>	<b>Calculated Process Time (minutes)</b>	<b>Calculated Process Time (HH:MM:SS)</b>	<b>Suggested Process Time (minutes)</b>
20.00	114.00	69.47	01:09:29	70.00
20.00	115.00	62.34	01:02:21	63.00
20.00	116.00	56.11	00:56:07	57.00
20.00	117.00	50.65	00:50:39	51.00
25.00	114.00	67.68	01:07:41	68.00
25.00	115.00	60.62	01:00:38	61.00
25.00	116.00	54.46	00:54:28	55.00
25.00	117.00	49.07	00:49:05	50.00
30.00	114.00	65.84	01:05:51	66.00
30.00	115.00	58.86	00:58:52	59.00
30.00	116.00	52.78	00:52:47	53.00
30.00	117.00	47.48	00:47:29	48.00
35.00	114.00	63.96	01:03:58	64.00
35.00	115.00	57.06	00:57:04	58.00
35.00	116.00	51.06	00:51:04	52.00
35.00	117.00	45.85	00:45:52	46.00
40.00	114.00	62.02	01:02:02	63.00
40.00	115.00	55.20	00:55:13	56.00
40.00	116.00	49.31	00:49:19	50.00
40.00	117.00	44.20	00:44:13	45.00

GRAFICO D1. TIEMPOS DE PROCESO TERMICO ( $F_0 = 4$ ) PARA POUCH DE ATUN DE 200 G.