

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Estudio de penetración de calor en una conserva de camarón  
envasada en empaque flexible. “

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Carlos Javier Vásquez Veliz

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios, porque me dio la fuerza para seguir adelante y no desfallecer ante las adversidades; a mis padres, ya que siempre estuvieron viendo por mi bienestar integral, a mi hija Dallyana que es mi razón de seguir adelante y a mis amigos y compañeros con los que compartí momentos inolvidables en la ESPOL.

# DEDICATORIA

AL DIVINO NIÑO

MIS PADRES

A MI HIJA

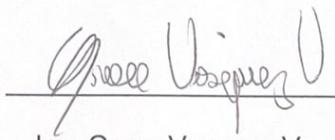
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Priscila Castillo S.  
DELEGADA POR EL DECANO  
DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



Ing. Luis Miranda S.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Grace Vasquez V.  
VOCAL

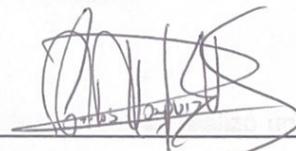


CIB-ESPOL

## DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



---

Carlos Javier Vásquez Veliz

## RESUMEN

En el presente estudio se determinaron los parámetros de proceso térmico para la obtención de una conserva de camarón envasada en un empaque flexible de cuatro capas y de uso unipersonal.

Se realizaron pruebas experimentales para determinar la formulación del líquido de cobertura y las condiciones de envasado y sellado del producto.

En planta piloto se procedió a realizar un estudio de penetración de calor; para definir mediante el método matemático de Stumbo los parámetros de proceso (tiempo y temperatura) del producto; con el fin de obtener un alimento estéril comercialmente y seguro para el consumo humano.

Se evaluó el porcentaje de degradación de la textura del camarón a temperaturas de 70,90 y 100°C. Se aplicó el método matemático de Stumbo, para así obtener una proyección porcentual de la retención de la textura del producto a diferentes de temperaturas de esterilización.

Finalmente, se caracterizó la conserva de camarón y se realizó un diagrama de proceso indicando parámetros y recomendando puntos de control.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE GRÁFICOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES	
1.1 Materia prima.....	4
1.2 Descripción del proceso.....	7
1.3 Descripción del producto.....	10
CAPITULO 2	
2. FASE EXPERIMENTAL	
2.1. Materiales y Métodos.....	18
2.2. Pruebas de laboratorios.....	28
2.3. Formulación.....	29
2.4. Pruebas de planta piloto.....	37
2.5. Estudio de penetración de calor.....	43

2.6. Desarrollo de la hoja técnica de proceso.....	45
2.7. Evaluación de la degradación de la textura.....	47

### CAPITULO 3

#### 3. RESULTADOS

3.1 Ubicación del punto frío.....	49
3.2 Datos obtenidos de la curva de Penetración de calor.....	51
3.3 Determinación de los tiempos de proceso.....	57
3.4 Optimización del proceso.....	58
3.5 Caracterización del producto final.....	66
3.6 Diseño del proceso.....	67

### CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
--	----

#### ANEXOS

#### BIBLIOGRAFIA

## ABREVIATURAS

TM	Toneladas métricas.
gr	Gramos.
Kg	Kilogramos.
Lb	Libras.
min	Minutos.
ppm	Partes por millón.
TM	Toneladas métrica.
Kpa	Kilo pascuales.
Seg	Segundos.
mm	Milímetros
Log	Logaritmo.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
E415	Goma xantan.

## SIMBOLOGIA

Bb	Tiempo de Proceso de Stumbo.
CUT	Tiempo de levante.
D	Tiempo de reducción decimal.
g	Diferencia de temperatura entre la retorta y el alimento al final del calentamiento.
$I_c$	Diferencia de temperatura entre la retorta y el alimento en el comienzo del enfriamiento.
$JI_h$	Factor de retraso de calentamiento.
$JI_c$	Factor de retraso de enfriamiento.
L	Velocidad letal expresada en minutos a la temperatura de referencia por minuto a la temperatura del producto.
$T_i$	Temperatura inicial.
$T_r$	Temperatura de la retorta.
$T_{ref}$	Temperatura de referencia.
pH	El grado de acidez o alcalinidad de una sustancia.
t	Tiempo.
$F_a$	Factor de degradación de la calidad.
Z	Incremento de temperatura necesario para que el tiempo de reducción decimal se reduzca a la décima parte.
$T_{ret}$	Temperatura de esterilización.

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Litopenaeus vanamei.....	4
Figura 1.2	Exportaciones de camarón al mundo.....	7
Figura 1.3	Clostridium botulinum.....	12
Figura 1.4	Curva típica de penetración de calor en retortas.....	13
Figura 1.5	Términos utilizados por el método de Ball.....	15
Figura 2.1	Empaques flexibles.....	20
Figura 2.2	Laminas que componen el empaque flexible.....	21
Figura 2.3	Autoclave hidrostático.....	24
Figura 2.4	Datalogger.....	25
Figura 2.5	Termopares.....	26
Figura 2.6	Sensor colocado en el camarón.....	26
Figura 2.7	Maquina selladora.....	28
Figura 2.8	PHmetro digital.....	29
Figura 2.9	Marmita.....	34
Figura 2.10	Llenado de camarones en el empaque flexible.....	35
Figura 2.11	Sellado de empaque flexible.....	36
Figura 3.1	Diagrama de flujo del proceso diseñado.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Materiales usados para elaborar empaques flexibles.....	22
Tabla 2	Formula base para liquido de cobertura.....	30
Tabla 3	Formula base con el pH ajustado.....	31
Tabla 4	Formula base final.....	32
Tabla 5	Parámetros de sellado de empaque.....	33
Tabla 6	Formulación de llenado en el empaque flexible.....	36
Tabla 7	Datos de Temperatura versus tiempos recogidos del estudio de penetración de calor a lo largo del eje axial del empaque.....	39
Tabla 8	Cuadro de resumen de temperatura y tiempos obtenidos en la determinación del punto frío.....	50
Tabla 9	Parámetros de procesos obtenidos de las curvas de calentamiento y enfriamiento.....	54
Tabla 10	Resultados de tiempos de esterilización para el tratamiento térmico.....	55
Tabla 11	Hoja técnica de proceso a diferentes temperaturas de retorta a las que puede estar el alimento antes de la esterilización.....	58
Tabla 12	Evaluación de la textura a diferentes temperaturas y tiempos.....	60
Tabla 13	Valores de K y D para la degradación de la textura del camarón.....	63
Tabla 14	Resultados de la optimización de la textura para diferentes tratamientos térmicos.....	65

## ÍNDICE DE GRAFICOS

		Pág.
Gráfico 2.1	Ubicación de termocupla en el empaque flexible.....	41
Gráfico 3.1	Letalidades acumuladas en el envase.....	51
Gráfico 3.2	Curva de calentamiento.....	52
Gráfico 3.3	Curva de enfriamiento.....	53
Gráfico 3.4	Variación de el $F_0$ versus los tiempos de proceso.....	56
Gráfico 3.5	Variación del $F_0$ versus los tiempos de retención.....	56
Gráfico 3.6	Logaritmo de la calificación de la textura vs tiempo de calentamiento a 70°C.....	61
Gráfico 3.7	Logaritmo de la calificación de la textura vs tiempo de calentamiento a 90°C.....	61
Gráfico 3.8	Logaritmo de la calificación de la textura vs tiempo de calentamiento a 100°C.....	62
Gráfico 3.9	Logaritmo de la reducción decimal en función de la temperatura.....	64

# INTRODUCCIÓN

Las conservas alimenticias tienen un sitio importante a nivel mundial, debido a su practicidad en el uso, estabilidad e inocuidad que ofrece este tipo de producto. En la actualidad existe una creciente demanda de conservas a partir de mariscos con valor agregado y de consumo directo.

Es por ello, que la industria conservera en los últimos años ha implementado el desarrollo de los nuevos productos utilizando empaques flexibles tipo Pouch Pak.

El siguiente trabajo de tesis tiene como objetivo, desarrollar un producto y determinar los parámetros de proceso para una conserva de camarón envasada en empaque flexible tipo Pouch. Cabe recalcar que el proceso de tratamiento térmico aplicado en este tipo de empaque difiere totalmente del proceso de esterilización convencional (vapor).

Para la preparación del producto se aprovechará los desperdicios obtenidos del camarón (cabezas) en la operación de limpieza, ya que de estos obtendremos el concentrado de camarón que es un ingrediente usado en la preparación del líquido de cobertura. Esto ayudará a reducir el impacto en la contaminación del medio ambiente de este tipo de industrias.

El presente estudio se realizó en una empresa alimenticia del medio, la cual posee la infraestructura y tecnología necesaria para llevar a cabo el desarrollo de la tesis, en el que se obtendrá como producto final un alimento unipersonal que se flexibilice a las exigencias de los consumidores permitiendo la preparación de diferentes platos, como: ceviches, cócteles, aderezos, salsas, etc.

# **CAPITULO 1**

## **1. GENERALIDADES**

Actualmente, la industria conservera a fin de satisfacer la creciente demanda de sus consumidores por los mariscos de larga vida y de consumo práctico y versátil está en búsqueda de nuevos productos envasados en empaque flexible.

Esto requiere de la implementación de nuevas tecnologías, como el uso de máquinas selladoras usadas en los empaques flexibles, y autoclaves hidrostáticos, que requieren una serie de estudios preliminares a fin de establecer condiciones de proceso que conlleven a la obtención de un productos de calidad e inocuo.

## 1.1 Materia Prima

**Industria Camaronera en el Ecuador.-** En términos económicos, la exportación de camarón ha representado durante las dos últimas décadas un rubro importante en las exportaciones del Ecuador ubicándose en los primeros lugares entre los productos exportados. Gracias a las condiciones climatológicas, su ubicación geográfica y la estructura de sus costas.

**Litopenaeus vanamei.-** En cautiverio ha sido un éxito. Estos factores, sumados a los exigentes controles en la post-cosecha y empaque han dado como resultado un camarón de excelente sabor, color y textura; que le hacen meritorio su reconocimiento internacional como el mejor camarón blanco (Fig.1.1) del mundo.



**Figura 1.1 Litopenaeus vanamei**

En Ecuador, cerca del 90% de la producción de camarón proviene del cultivo, el restante es capturado en nuestras cálidas aguas del Pacífico.

La industria acuícola ecuatoriana ha crecido vertiginosamente en la elaboración de productos con valor agregado, convirtiendo al país en líder del desarrollo de mercados internacionales con una variada gama de presentaciones. Tecnológicamente, Ecuador está lo suficientemente dotado de equipos necesarios para la elaboración de los productos industrializados.

Los principales exportadores son: Expalsa, Exporclor, Promadasa, Enaca, Ersa, Promarisco, Songa, Pesquera Sta. Priscila, Empagran, Copesa.

El sector camaronero ecuatoriano cerró el año pasado con el mayor volumen de exportaciones de camarón en la historia de esta actividad productiva: un total de 264'361.763 millones de libras fueron exportadas.

A pesar de este importante logro, fuentes del sector consideran necesario señalar que los ingresos del sector aún se mantienen en niveles inferiores respecto a los registrados en 1998, debido a la significativa reducción del precio internacional del camarón.

Así, para el final de 2006, el sector ganó \$277 millones menos en ingresos, a pesar de presentar un nivel histórico en libras exportadas.

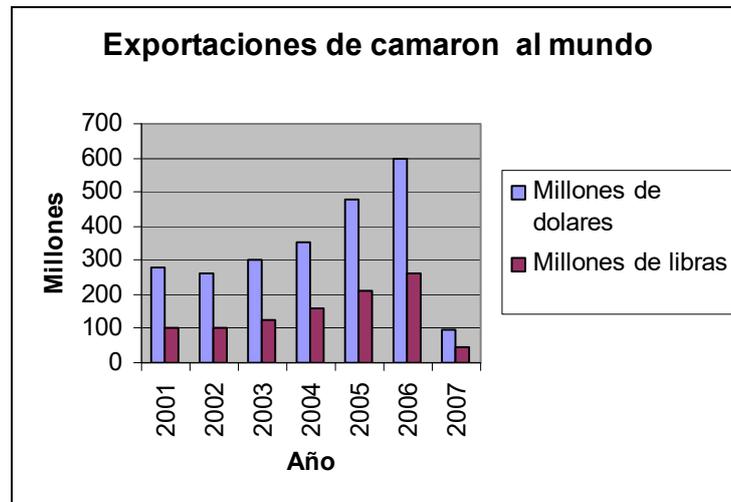
En diciembre de 2006, el país exportó por 22'860.370 millones de libras alcanzando una facturación de \$49'708.263. Este volumen de un mes representa todo un récord en la historia del sector camaronero.

En los primeros dos meses, las exportaciones generaron un ingreso de \$94,9 millones, por la salida de 42,8 millones de libras.

Ventas similares, según la Cámara Nacional de Acuicultura, no se dan desde hace ocho años. Solo en enero, las cifras fueron de \$40,7 millones, por 18,5 millones de libras. La venta en febrero ascendió a \$54,2 millones y 24,3 millones de libras.

Con este récord histórico, los camaroneros consideran que se consolida la recuperación del volumen exportable de camarón y además se generan expectativas. El año pasado cerró con un ingreso de \$324,2 millones y 130,8 millones de libras exportadas (Fig.1.2).

Esto hace que las exportaciones acuícola sean el segundo producto no petrolero de exportación (1).



**Figura 1.2 Exportaciones de camarón al mundo (SICA, 2007)**

### 1.2 Descripción del proceso.

Para la elaboración de una conserva en empaque flexible (pouch) se requiere de las siguientes etapas.

**Recepción.-** Inmediatamente al recibir el camarón fresco se le practican todas las pruebas de calidad requeridas, según la Norma Codex Stan 37 (Anexo I); luego este se coloca en tinas de agua clorada con 2ppm; a fin de reducir la carga microbiana del producto.

**Pelado.-** En esta etapa se removerá cuidadosamente la cabeza, y caparazón que envuelve al camarón; además se les retirará la vena

del mismo; este trabajo se lo realiza de manera manual por parte de los obreros.

**Almacenamiento 1.-** Los desperdicios generados son colocados en gavetas y almacenados a temperaturas de congelación en las cámaras (-18 °C).

**Escaldado.-** Aquí las colas de camarón obtenidas son escaldadas en agua a temperatura de 100°C durante 1 minuto, con esto evitaremos que haya una migración excesiva de agua durante la esterilización del producto, lo que conllevaría una pérdida de pesos, y nutrientes; además esta operación facilita la manipulación en etapas posteriores.

**Mezcla 1.-** Cuando las colas de camarón alcanzan una temperatura de 30°C; son adobadas con sal y pimienta molida según la formulación.; esto se lo realiza de manera manual.

**Cocción.-** Los desperdicios almacenados son colocados en una marmita en relación 2:1 agua – camarón; y se lleva a ebullición por 10 minutos.

**Filtrado.-** Una vez enfriado el concentrado de camarón a 30°C se procede a filtrarlo en mallas, y, luego es almacenado en un tanque con agitación.

**Mezcla 2.-** Al concentrado de camarón se le agregan el resto de ingredientes: Salsa de tomate, vinagre, azúcar, pimienta, ácido cítrico y goma xantan. Agitar durante 5 minutos.

**Llenado.-** En esta etapa se coloca primeramente los camarones y luego el líquido de cobertura según la formulación de llenado. Se verifica peso neto del producto.

**Sellado.-** Las fundas o pouch pak ya llenadas con el producto son colocadas en la máquina, la que con impulso eléctricos la sellara herméticamente.

**Esterilización.-** Las fundas selladas son colocadas en layers y carros que serán introducidos en el autoclave hidrostático, todos los parámetros de esterilización serán calculados en el desarrollo de esta tesis.

**Almacenamiento 2.-** Los empaques esterilizados son colocados en gavetas y almacenados al ambiente durante 15 días para su posterior liberación y comercialización.

### **1.3 Descripción del producto.**

En el proceso intervienen 2 tipos de materias primas: las básicas, y las auxiliares.

Las materias primas básicas son: camarón, salsa de tomate, vinagre y azúcar.

Las materias primas auxiliares son: ácido cítrico, goma xantan y especias.

El producto que se va a desarrollar será elaborado a partir de camarón fresco de excelente calidad, de ahí la importancia en el control de calidad en la recepción.

El líquido de cobertura será elaborado a base de las cabezas del camarón, especias y aditivos que ayuden a realzar el sabor, color y estabilidad del producto.

La conserva de camarón será envasada en un empaque flexible formado de una capa de aluminio y nylon y, 2 de polímero (PE/PP); que proveerán de propiedades mecánicas y de barrera durante el almacenamiento brindando estabilidad al alimento (2).

La idea principal en la formulación es obtener un producto base para la preparación de diferentes platos a partir de camarón, como ceviches, cócteles, salsas, etc. Por ello, el líquido de cobertura será elaborado con ingredientes básicos usados en la preparación de estos platos, con la finalidad de que al momento de consumirlo solo sea sazonado a gusto del consumidor.

**Microorganismo indicador:** El microorganismo indicador utilizado con frecuencia en productos tipo conservas es el *Clostridium botulinum* (Fig.1.3). Esta bacteria es un bacilo Gram positivo formador de esporas termo resistentes, con temperatura óptima de crecimiento entre 27 y 38°C; es un anaerobio productor de exotoxinas (neurotóxica) que origina la enfermedad llamada botulismo.

Este microorganismo no crece a pH de 4,5 o menor y actividad de agua menor a 0,93. Para control del botulismo, las conservas

alimenticias reciben tratamiento térmico drástico. Una dosis de  $10^{-7}$  gramos es mortal para el hombre (3).



**Figura 1.3 Clostridium botulinum.**

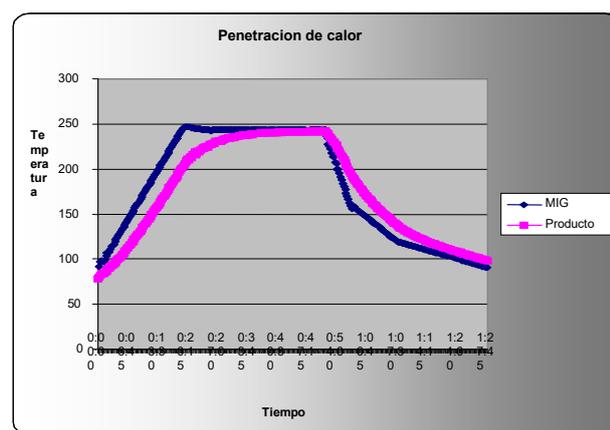
**Estudio de penetración de calor:** El propósito del estudio de penetración de calor es determinar el comportamiento del producto y su envase durante el calentamiento y enfriamiento en un sistema específico de autoclave. Con el fin de establecer matemáticamente si el proceso térmico es seguro (Fig.1.4). En el anexo G se explica detalladamente los pasos seguidos en un protocolo de conducción de estudios de penetración de calor.

Antes de iniciar un estudio de penetración de calor de un producto se deberá realizar un estudio de distribución de calor en el autoclave, para así, conocer cuál es el punto del autoclave que demora más en

calentarse. Es en este punto donde se deberá realizar el estudio de penetración de calor del producto.

Durante este estudio se deben analizar todos los factores críticos asociados con el producto, el envase y el proceso.

Paralelamente, se deberá considerar la velocidad de penetración de calor del alimento, en su conjunto envase – producto; los mecanismos de transferencia de calor pueden ser por conducción (frutas, vegetales, enteros o en pedazos grandes con poco líquido), por convección (jugos) y, mixtos (carnes, vegetales en salsas). Su cálculo se realiza tomando en consideración la variación de temperatura en el llamado punto frío o zona de calentamiento más lenta (3).



**Figura 1.4 Curva típica de penetración de calor en retortas.**

**Método de Ball y Stumbo.-** Ball propuso una serie de ecuaciones para el cálculo de parámetros de esterilización. A continuación se describen algunos términos relacionados:

**$f_h$ :** Parámetro de respuesta térmica (tiempo en minutos requerido para que la parte lineal de la curva atraviese un ciclo logarítmico).

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

**$f_c$ :** Parámetro de respuesta térmica derivada de la curva de enfriamiento.

**I:** Diferencia entre la temperatura de la retorta y la temperatura inicial del alimento.

**$F_i$ =** Factor de letalidad relacionada a la temperatura letal del autoclave a la temperatura de referencia.

$F_0$ = Acumulación de letalidad cuando  $T_{ref}=250^{\circ}F$  y  $z= 18^{\circ}F$ .

$g$ = Diferencia de temperatura no captadas.

$J_c$ = Factor de intervalo de enfriamiento.

$J_h$ : Factor de intervalo de calentamiento.,

$t_B$ = Tiempo de proceso para un calentamiento simple.

$U$ = Valor de esterilización en términos de minutos a la temperatura del medio de calentamiento o enfriamiento.

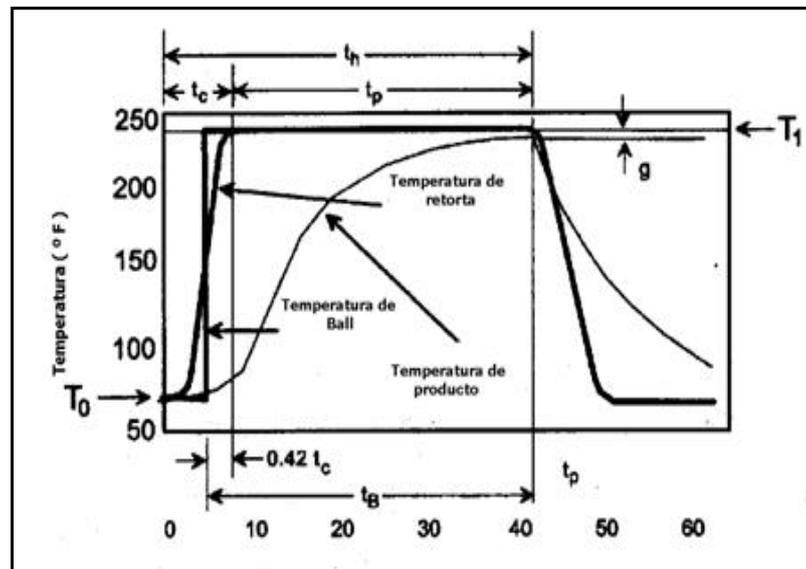


Figura 1.5 Términos utilizados por el método de Ball.

Stumbo sugirió el uso del parámetro  $f_h/U$ , en función de  $g$  para diferentes valores de  $z$ , de los cuales existen tablas. Estas tablas suponen que la transmisión de calor se da únicamente por conducción y realiza suposiciones no arbitrarias acerca de la forma de los perfiles de temperatura en la fase de enfriamiento. Este método está limitado por el intervalo de  $j_c$  y errores de redondeo en los cálculos numéricos (4).

**Factores que afectan al comportamiento térmico.-** Algunos factores pueden contribuir a la variación en los datos de la temperatura y tiempo obtenidos durante el estudio de penetración de calor. El establecer un proceso requiere del juzgamiento experto y la obtención de adecuados datos experimentales para determinar cual de los factores son críticos y el efecto que causaría el cambio de esos factores ya sea dentro o fuera de los límites críticos establecidos (5).

**Entre los factores críticos tenemos:**

- Producto.
- Envase.
- Método de llenado.
- Sellado.
- Sistema de autoclave.

**Optimización del proceso.-** El efecto térmico necesario para lograr la conservación de alimentos no solo actúa sobre gérmenes y enzimas, sino que altera también las propiedades organolépticas del producto.

Entre las alteraciones negativas de la calidad tenemos cambios organolépticos en el color, textura, olor, y sabor.

Estos cambios organolépticos pueden determinarse aplicando correctos esquemas de calificación sensorial, mediante la evaluación de un valor  $D_a$ , el cual define la velocidad de degradación de la textura del camarón a una temperatura determinada.

Stumbo propone una expresión para medir el efecto del proceso térmico ( $F_a$ ), en relación a la pérdida de nutriente. Que para el caso del presente trabajo permitirá determinar el porcentaje de degradación de la textura del camarón en la conserva (4).

# CAPÍTULO 2

## 2. FASE EXPERIMENTAL

### 2.1 Materiales y Métodos

A continuación se describirá las materias primas, equipos e instrumentos y métodos aplicados en este estudio; cabe recalcar que los ensayos de laboratorio y planta piloto fueron realizadas en una empresa conservera, la cual cuenta con la infraestructura y tecnología necesarias.

**Litopenaeus vanamei.**- Se usará el *Litopenaeus vanamei*, conocido comúnmente como camarón blanco, ya que es la variedad que se produce en un 90% en nuestro país, y además porque presenta un excelente color, sabor y textura.

El camarón usado es fresco y de cultivo, con 24 horas de cosecha, con un peso de 10 gramos y de clasificación comercial U42.

**Vinagre.-** El vinagre usado es de tipo comercial con una concentración del 10%.

**Salsa de tomate.-** Se usará una salsa de tomate con 65 °Brix, con un pH de 4,5 % y una acidez titulable entre 1-2 % .

**Azúcar.-** El azúcar proporciona una textura y sabor agradable es de color blanco cristalino.

**Especias.-** Entre las especias utilizadas tenemos: sal, pimienta molida y pimienta en grano.

**Acido cítrico.-** El ácido cítrico, es un sólido translucido o blanco, de forma granular; es inodoro, sabor ácido fuerte con una pureza del 99.5%.

**Goma Xantan.-** Es un Aditivo Alimenticio (E415), usado como texturizante en varias aplicaciones alimenticias. Que cumple con los Estándares de la FAO/OMS, EFEC, FDA y el Food Chemicals Codex FCC. Presenta un pH: 6.5 a 8.5 – medido en solución acuosa al 1%;

Apariencia: Polvo de color marrón cremoso (blanco a la luz), de olor y sabor neutro; tamaño de partícula: Al menos 98% es menos de malla 200 mesh.

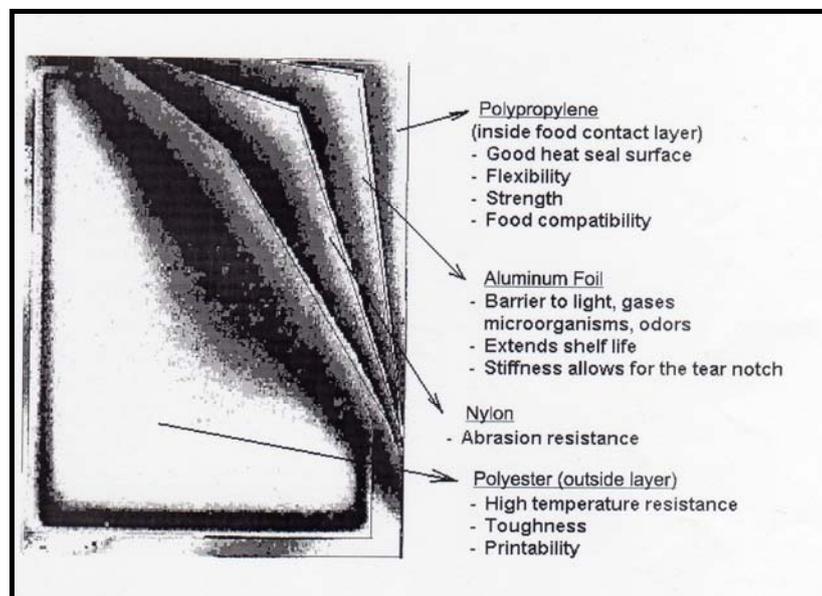
**Empaque flexible.-** El empaque flexible para alimento es un laminado termo resistente. (Fig. 2.1).



**Figura 2.1** Empaques flexibles

Este tipo de empaque ofrece protección al alimento frente a los gases que permean del ambiente al producto, a través de la envoltura o del producto hacia el ambiente (aroma o bouquet).

La luz, sin ser considerada dentro de los agentes mencionados, también debe ser tomada en cuenta, su mayor o menor contenido de radiación ultravioleta (UV), puede por ejemplo catalizar la oxidación de las grasas y dar por resultado lo que se conoce como rancidez. En la FIGURA 2.2 se muestra las diferentes capas que pueden conformar un empaque flexible.



**Figura 2.2** Laminas que componen el empaque flexible

Comercialmente, se pueden utilizar una variedad de materiales cuyo uso depende de las características del alimento en la tabla 1 nos muestra algunos materiales empleados.

**TABLA 1.**  
**MATERIALES USADOS PARA ELABORAR EMPAQUES FLEXIBLES**

Material	Acrónimo
Polietileno de baja densidad	LDPE
Polietileno de alta densidad	HDPE
Cloruro de polivinilo	PVC
Polipropileno biorientado	BOPP
Celofán	cello
Nylon	
Cloruro de polivinilideno (saran )	PVDC
Poliestireno	PS
Pan de aluminio ( Aluminum foil )	FOIL

Fuente: [www.tecnomaq.com.mx/empaques.html](http://www.tecnomaq.com.mx/empaques.html)

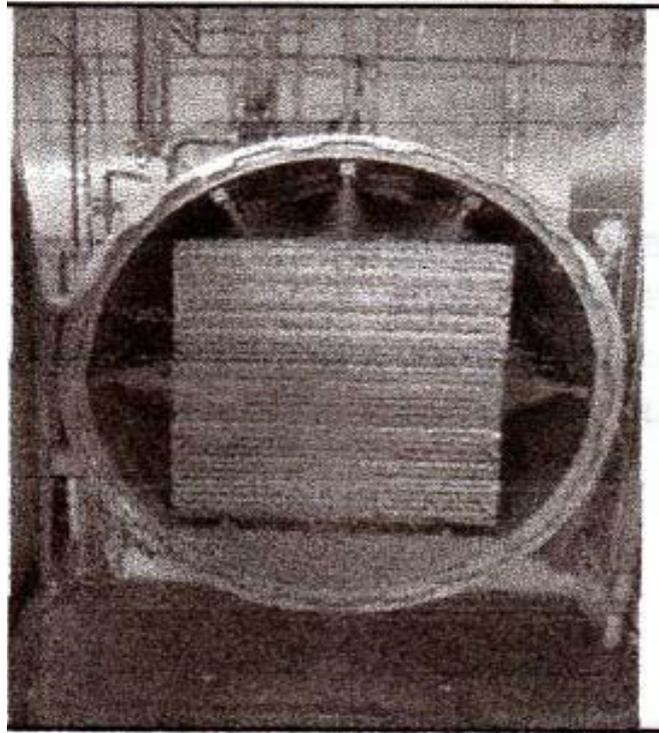
**Autoclave.-** El uso del autoclave en la esterilización ha sufrido algunas evoluciones muy importantes, para esterilizar productos en empaque flexible se usan autoclave hidrostáticos por aspersión, su funcionamiento tiene el mismo fundamento que los demás, pero a diferencia, este usa agua, la cual es suministrada por aspersión a los empaques y sobre presión que puede ser dada por aire o una mezcla aire – vapor a una temperatura y sobre presión dada por el sistema (5).

El autoclave usado para las pruebas piloto opera a una temperatura de esterilización de 243°C, tiempo de levante de 20 minutos, agua de enfriamiento a 20 °C, sobre presión de 1.8 Bares, y se alimenta con 320 galones de agua por minuto para el proceso (Fig. 2.3).

**Distribución de calor en el autoclave.-** Antes de realizar el estudio de penetración de calor en un producto se debe conocer detalles específicos del autoclave donde se realizaran las pruebas.

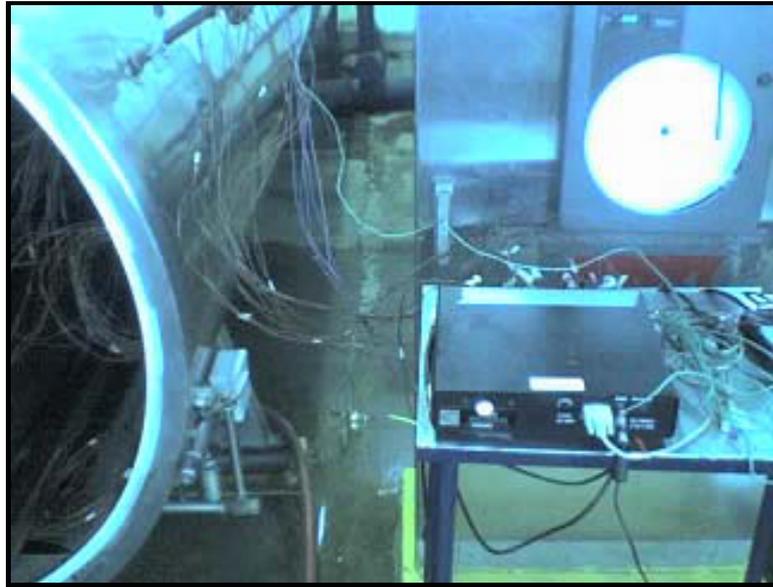
Los ensayos se realizaron en una empresa alimenticia del medio, en donde se tiene establecido un protocolo de tratamiento térmico y, además se conoce el funcionamiento de sus equipos; por tal motivo era de conocimiento que el punto que demora más en calentar en el autoclave se encuentra ubicado hacia el centro en la parte inferior del equipo. Es en este sector en donde deben ser ubicadas la conserva para su respectivo proceso térmico.

El autoclave hidrostático usado tiene capacidad de 5 coches y cada coche contiene 45 bandejas o layers. Las conservas de camarón fueron ubicadas en la parte central e inferior del autoclave, las demás áreas de los layers fueron llenadas con pouches llenos de agua para simular en el equipo un proceso normal de esterilización (5).



**Figura 2.3 Autoclave hidrostática**

**Sistema de Registro de datos.-** Este sistema (**datalogger**) debe estar equipado con un número suficiente de canales los cuales serán ubicados por medio de unos termopares en los empaques flexibles para ir almacenando datos de temperatura y tiempo durante el proceso térmico (Fig. 2.4).



**Figura 2.4 Datalogger**

Los termopares son compuestos de dos metales diferentes que se juntan para formar dos uniones. Cuando una unión se mantiene a elevadas temperaturas comparada con otra, genera un pequeño voltaje termoeléctrico o fuerza electromotora la cual es proporcional a la diferencia en temperatura entre las dos uniones (Fig. 2.5).



**Figura 2.5 Termopares.**

Hay que asegurarse que el camarón quede correctamente unido al sensor para evitar datos equivocados. En la FIGURA 2.6 se puede apreciar la manera en que se ajusto el camarón al termopar.



**Figura 2.6 Sensor colocado en el camarón.**

**Maquinas selladoras de empaques.-** Esta máquina tiene como principio fundamental asegurar herméticamente el producto en el envase. Se fundamenta en el calentamiento a través de impulsos eléctricos y enfriamiento por medio de flujos de agua, de un conjunto de barras de sellado. Los selladores de impulso tienen 2 barras cubiertas con una superficie de silicón resistente, sobre la cual se aplica una cinta (cable) de Nichrome cubierta con una capa eléctricamente aisladora de material delgado resistente al calor como fibra de vidrio recubierta de teflón (Fig. 2.7).

Este equipo maneja tres parámetros: tiempo de sellado, tiempo de vacío y tiempo de enfriamiento los cuales tienen como unidad el segundo o milésimas de segundo. Si estos parámetros no son calibrados adecuadamente podría obtenerse un producto mal procesado o que pudiera recontaminarse después del proceso térmico por un mal sellado.



**Figura 2.7 Maquina selladora.**

## **2.2 Pruebas de laboratorio**

El objetivo de realizar la experimentación a escala laboratorio fue para determinar las características físico-químicas y sensoriales del líquido de gobierno y camarón, condiciones de llenado, parámetros de sellado. Estos ensayos se realizaron antes y después del tratamiento térmico.

**pH.-** Este equipo me permitirá corregir el pH por adición de ácido cítrico hasta obtener un pH= 4.6 en el líquido de cobertura.



**Figura 2.8 pHmetro digital**

**Acidez Titulable.-** Son los mililitros de hidróxido de sodio, necesarios para neutralizar el ácido que se encuentra en los alimentos. Consiste en la medición del porcentaje de acidez de una solución de concentración desconocida titulándola frente a una sustancia alcalina de composición conocida lográndose evaluar dicha sustancia ácida. El punto final de la titulación se lo observa mediante la utilización de la fenolftaleína al 10% que es un reactivo sensible a pH alcalino pues al tener ese pH presenta un color rosado o fucsia.

### **2.3 Formulación**

La formulación base (líquido de cobertura) fue diseñada tomando como idea el obtener un producto versátil y de fácil uso, con el cual se puedan preparar diferentes platos a base de camarón, como: ceviches, cócteles, aderezos, salsas, etc.

Se optó por una formulación que contiene 79% de concentrado de camarón, 9.7% de salsa de tomate, 4% de vinagre, 7.1% de azúcar; y 0.2% de pimienta en grano (tabla 2).

**TABLA 2.**  
**FORMULA BASE PARA LÍQUIDO DE COBERTURA.**

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>	<b>Gramos</b>
Concentrado de camarón	79	395
Salsa de tomate	9.7	48.5
Vinagre	4	20
Azúcar	7.1	35.5
Pimienta en grano	0.2	1
Total	100	500

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Posteriormente, se realizaron una serie de pruebas a fin de estandarizar el producto:

1. Se determinó los gramos de ácido cítrico necesarios para reducir el pH de 5.7 a 4.6; para ello se tomaron 500 gramos de líquido de cobertura al cual se le colocó el electrodo del equipo y agitándolo se le fue agregando poco a poco 5 gramos de ácido cítrico hasta llegar a una lectura de pH de 4.6. Mediante

diferencia de peso se determinó la cantidad de ácido cítrico a añadir (tabla 3).

**TABLA 3.**  
**FORMULA BASE CON EL pH AJUSTADO.**

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>	<b>Gramos</b>
Concentrado de camarón	78.8	395
Salsa de tomate	9.7	48.5
Vinagre	3.9	20
Azúcar	7.1	35.5
<b>Acido cítrico</b>	<b>0.3</b>	<b>1.4</b>
Pimienta en grano	0.2	1
Total	100	501.4

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

- Se procedió a verificar si el líquido de cobertura sufría algún cambio reológico en el proceso térmico. Para ello, se llenó ocho fundas con líquido de cobertura y se las sometió a tiempos de proceso de 25, 30, 35 y 50 minutos; se observó que todos ellos perdían consistencia. Por tal motivo, se decidió agregarle goma xantan en concentraciones de 0.2, 0.5, 1, y 2 gramos; se notó que ha una concentración de 0.5gr, la consistencia

del líquido de cobertura se mantenía similar al inicial luego del proceso térmicos (tabla 4).

**TABLA 4.**  
**FORMULA BASE FINAL**

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>	<b>Gramos</b>
Concentrado de camarón	78.7	395
Salsa de tomate	9.7	48.5
Vinagre	3.9	20
Azúcar	7.1	35.5
Acido cítrico	0.3	1.4
<b>Goma Xantan</b>	<b>0.1</b>	<b>0.5</b>
Pimienta en grano	0.2	1
Total	100	501.9

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

- Las condiciones de llenado se refiere a la cantidad de camarón y líquido de cobertura que serán colocados en las fundas; se tomo como referencia una porción de ceviche de camarón de 190 gramos; la cuál contiene nueve colas de camarón; entonces, se definió que el peso de cada cola debería ser de 10 gramos y la cantidad de líquido de cobertura de 100 gramos. Estos datos me sirvieron para definir las medidas adecuadas del empaque flexible; el formato que mejor se adaptó al contenido fue el KSP de 120mmx180mm.

4. Ya habiendo determinado el peso del producto se procedió a definir los parámetros de sellado, los cuales se presentan a continuación en la tabla 5.

**TABLA 5**  
**PARÁMETROS DE SELLADO DE EMPAQUES.**

<b>Parámetro</b>	<b>Tiempo (seg.)</b>
Vacío	0.9
Sellado	2.7
Enfriamiento	9

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Bajo estas condiciones se obtuvo una prueba de tensión de 50 KPa, y el aire residual obtenido fue de 0.5 mililitros, lo que indica un buen sellado.

Si, existe una variación de cualquiera de los parámetros de sellado, previamente establecidos, puede dar lugar a un sello flojo y en consecuencia a un mal proceso de esterilización, lo que haría al producto no apto para el consumo.

**Proceso de elaboración del líquido de cobertura.-** A continuación se describe los pasos para la elaboración del líquido de gobierno o cobertura.

1. Los residuos que se obtienen al limpiar el camarón son hervidos en una marmita en una relación 2:1 (agua – camarón) por 10 minutos a partir de ebullición. Luego se procede a filtrar a fin se separar los sólidos (Fig. 2.9)

2. Una vez enfriado el concentrado de camarón a 30°C, se agregan el resto de ingredientes en el siguiente orden: salsa de tomate, vinagre, azúcar, ácido cítrico y la goma xantan en los porcentajes establecidos según la fórmula y se mezcla durante 10 minutos.



**Figura 2.9 Marmita.**

**Proceso de llenado de las fundas.-** A continuación se describe los pasos para el llenado de fundas:

1. Los camarones son escaldados por inmersión en agua a 100°C por 1 minutos. Esto disminuiría las pérdida de agua en el camarón durante la cocción, lo que afectaría la textura final del producto.
2. Una vez enfriados los camarones a 30°C, se adoban con sal y pimienta nueve camarones y se los coloca en el empaque flexible hasta alcanzar un peso aproximado de 93 gramos (Fig. 2.10).



**Figura 2.10** Llenado de camarones en el empaque flexible.

- De aquí se agrega el líquido de cobertura hasta alcanzar un peso neto de 193 gramos, como lo indica la formulación presentada en la tabla 6

**TABLA 6.**  
**FORMULACION DE LLENADO EN EL EMPAQUE FLEXIBLE.**

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>	<b>Gramos</b>
Camarón preparado	48.1	93
Líquido de cobertura	51.9	100
Total	100	193

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

- Finalmente, se procede a sellar las fundas y a colocarlas en los layers que serán ubicados en los autoclaves para su posterior esterilización (Fig. 2.11).

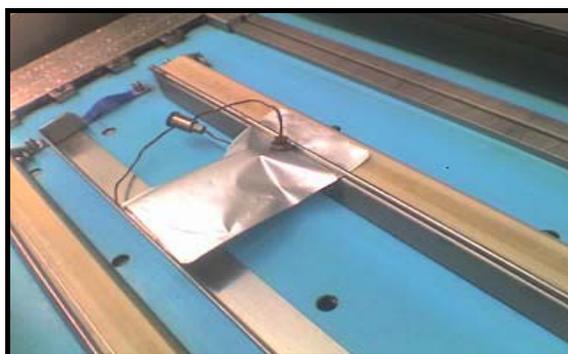


Figura 2.11 Sellado de empaques flexibles.

## 2.4 Pruebas de Planta Piloto.

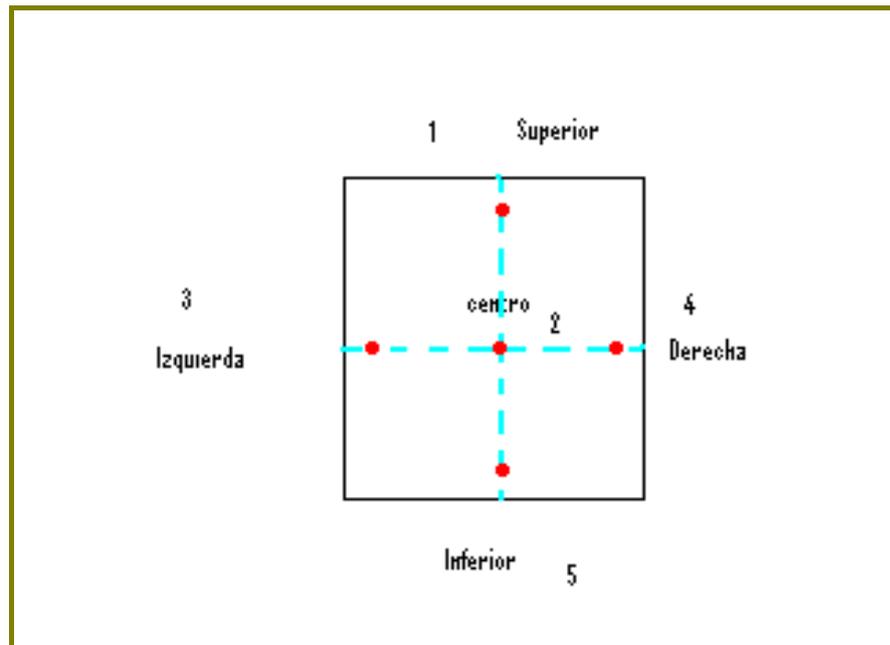
El proceso se realizó bajo las siguientes condiciones de proceso:

- Temperatura de esterilización: 243°F (117°C).
- Temperatura de agua de enfriamiento: 17°C.
- Presión del equipo: 1.8 Bares.
- Caudal del equipo: 320 galones de agua/minuto.
- Punto frío del equipo: En la parte central-inferior del autoclave.
- Tiempo de levante: 20 minutos.
- Tiempo de enfriamiento: 35 minutos.

Se realizaron pruebas piloto a fin de determinar el punto frío del producto. Para ello, se colocaron cinco sensores de temperatura en diferentes puntos del envase, como se muestra en la gráfica 2.1.

En la tabla 7 se demuestran los datos obtenidos de cada medición realizada a lo largo del eje axial en los cinco puntos monitoreados.

**Gráfico 2.1 Ubicación del sensor en el envase**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

**TABLA 7.**  
**DATOS DE TEMPERATURA VERSUS TIEMPOS RECOGIDOS DEL ESTUDIO DE PENETRACION DE CALOR A LO**  
**LARGO DEL EJE AXIAL DEL EMPAQUE.**

<b>Time</b>	<b>MIG</b>	<b>AGUA</b>	<b>SUPERIOR</b>	<b>INFERIOR</b>	<b>DERECHA</b>	<b>CENTRO</b>	<b>IZQUIERDA</b>
0:00:00	80,99	82,17	78,22	78,08	78,16	78,13	78,65
0:01:00	97,67	97,91	85,31	84,56	85,18	84,29	87,69
0:02:00	106,37	106,98	90,66	90,33	92,56	88,15	93,8
0:03:00	114,17	114,68	96,48	96,54	98,88	92,68	100,59
0:04:00	122,11	122,59	102,71	103,54	104,56	97,63	107,78
0:05:00	130,02	130,44	109,22	110,48	113,89	102,98	115,22
0:06:00	137,88	138,31	116	117,37	119,23	108,74	123,03
0:07:00	146,34	146,67	123,15	124,68	125,01	115,04	131,45
0:08:00	154	154,48	130,29	131,96	130,25	121,42	139,71
0:09:00	162,5	162,94	137,7	139,48	137,12	128,2	148,52
0:10:00	170,86	171,3	145,36	147,13	145,29	135,06	157,4
0:11:00	179,31	179,79	153,19	154,89	153,12	142,09	166,32
0:12:00	187,17	187,61	160,95	162,61	163,01	149,23	174,63
0:13:00	195,42	195,8	169,01	170,49	171,89	156,64	183,03
0:14:00	203,41	203,83	176,96	178,24	179,68	163,85	191,34
0:15:00	211,2	211,57	184,83	185,85	186,13	171,1	199,6
0:16:00	219,93	220,28	192,89	193,55	194	178,9	208,22
0:17:00	228,21	228,51	200,76	201,32	203,56	186,75	216,4
0:18:00	236,17	236,49	208,51	209,3	213,26	194,2	224,28

0:19:00	244,18	244,4	216,56	216,89	219,78	202,25	232,15
0:20:00	246,5	246,57	223,16	223,14	225,87	209,12	237,08
0:21:00	245,91	245,8	226,84	227,92	230,54	212,49	239,11
0:22:00	244,8	244,8	229,17	231,54	235,45	218,34	240,17
0:23:00	244,06	244,15	231,53	233,86	240,55	220,75	241,03
0:24:00	243,55	243,59	233,17	235,79	241,03	224,36	241,33
0:25:00	242,98	243,05	234,5	237,36	230,54	226,76	241,62
0:26:00	243,02	243,17	235,92	237,91	235,45	228,06	241,83
0:27:00	243,01	243,12	237,08	238,7	240,55	230,34	242,17
0:28:00	243,05	243,24	237,99	239,16	241,33	231,68	242,34
0:29:00	243,17	243,35	238,82	240,42	230,41	233,47	242,64
0:30:00	243,11	243,22	239,47	240,19	233,6	235,14	242,67
0:31:00	243,02	243,2	239,79	240,65	234,63	236,23	242,7
0:32:00	243,05	243,23	240,16	240,5	235,65	236,63	242,99
0:33:00	242,98	243,16	240,66	240,9	236,34	237,38	242,96
0:34:00	242,94	243,1	240,81	241,13	237,01	238,39	242,92
0:35:00	242,97	243,17	240,98	241,04	237,65	238,89	242,91
0:36:00	243,1	243,32	241,42	241	237,58	239,12	243,16
0:37:00	243,1	243,23	241,58	241,22	238,52	239,81	242,99
0:38:00	242,9	243,09	241,65	241,03	238	239,71	243,15
0:39:00	242,97	243,18	241,7	241,12	239,35	240,23	243,23
0:40:00	242,97	243,16	241,99	241,18	239,01	240,6	243,21
0:41:00	243,03	243,22	241,87	241,46	239,63	240,97	243,16
0:42:00	243,03	243,24	242,16	241,24	237,89	240,9	243,28
0:43:00	242,96	243,15	242,17	241,22	237,1	240,96	243,27
0:44:00	242,89	243,12	242,02	241,14	237,93	241,12	243,17
0:45:00	242,99	243,19	241,99	241,27	239,97	241,36	243,24

0:46:00	243,02	243,21	242,03	241,27	240,26	241,30	243,3
0:47:00	242,88	243,05	242,03	241,21	240,35	241,22	243,27
0:48:00	242,92	243,14	242,04	241,24	239,1	241,15	243,18
0:49:00	243,05	243,21	242,22	241,24	240,52	240,03	243,24
0:50:00	242,97	243,13	242,26	241,41	240,54	239,33	243,28
<b>0:51:00</b>	<b>242,99</b>	<b>243,23</b>	<b>242,42</b>	<b>241,37</b>	239,8	<b>238,11</b>	<b>243,23</b>
0:52:00	227,83	226,86	237,44	237,64	238,57	237,59	235,49
0:53:00	213,79	213,46	228,54	229,71	230,08	230,76	224,46
0:54:00	199,86	199	219,55	220,75	222,62	223,54	213,35
0:55:00	187,9	187,29	208,64	209,73	210,48	215,08	201,38
0:56:00	173,07	172,35	196,76	197,57	202,35	205,15	188
0:57:00	159,34	158,59	184,67	185,28	190,68	195,35	174,88
0:58:00	157,67	157,78	176,66	176,49	182,26	187,55	168,29
0:59:00	152,67	152,61	169,93	169,44	182,81	180,32	161,93
1:00:00	148,99	148,94	164,13	163,57	177,3	174,1	156,88
1:01:00	145,07	145,02	158,71	158,25	171,83	168,05	152,17
1:02:00	141,21	141,18	153,71	153,35	166,59	162,47	147,78
1:03:00	137,39	137,33	149,12	148,91	161,88	157,43	143,66
1:04:00	133,41	133,43	144,59	144,56	157,21	152,66	139,54
1:05:00	128,87	128,79	140,14	140,26	152,43	147,94	135,24
1:06:00	125,43	125,41	135,93	136,2	148,21	143,69	131,42
1:07:00	121,42	121,42	131,78	132,15	144,04	139,5	127,42
1:08:00	118,78	118,89	128,1	128,46	140,13	135,66	124,1
1:09:00	117,44	117,51	125,56	125,74	137,21	132,58	122
1:10:00	116,09	116,2	123,25	123,3	134,42	129,68	120,08
1:11:00	114,63	114,73	121,19	121,17	131,77	126,84	118,32
1:12:00	113,22	113,35	119,24	119,17	129,49	124,5	116,68

1:13:00	111,83	111,96	117,4	117,31	127,05	122,3	115,09
1:14:00	110,41	110,56	115,69	115,58	124,87	120,26	113,6
1:15:00	109,02	109,16	114,02	113,9	122,7	118,31	112,07
1:16:00	107,61	107,76	112,51	112,28	120,69	116,53	110,69
1:17:00	106,26	106,4	110,98	110,86	118,86	114,8	109,29
1:18:00	105	105,16	109,53	109,43	117	113,21	107,99
1:19:00	103,69	103,84	108,11	108,03	115,45	111,65	106,68
1:20:00	102,25	102,39	106,69	106,57	113,55	110,11	105,26
1:21:00	100,76	100,9	105,24	105,15	111,84	108,51	103,85
1:22:00	98,77	98,93	103,57	103,55	110,02	106,89	102,14
1:23:00	97,52	97,68	102,12	102,07	108,51	105,42	100,78
1:24:00	96,11	96,26	100,66	100,61	106,78	103,95	99,38
1:25:00	94,71	94,89	99,21	99,19	105,27	102,5	98,01
1:26:00	93,37	93,51	97,88	97,82	103,81	101,11	96,71
1:27:00	91,86	92,02	96,41	96,37	102,14	99,66	95,34

Elaborado por: Carlos Vásquez V

A partir de los datos obtenidos en la tabla 7, se puede determinar el punto frío, así como, las curvas de penetración de calor que son utilizadas para obtener los valores:  $f_h$ ,  $f_c$ ,  $j_h$ ,  $j_c$ ,  $l_h$ ,  $l_c$ .

## 2.5 Estudio de penetración de calor.

**Determinación del punto frío.-** Para determinar el punto frío del producto se toma cinco puntos a lo largo del eje axial del empaque y se grafica su comportamiento durante el proceso; el punto que más demore en alcanzar la temperatura de entorno es el punto frío.

**Determinación de parámetros de esterilización.-** Para obtener los factores  $j_h$ ,  $f_h$ ,  $f_c$ ,  $j_c$ ,  $l_h$ ,  $l_c$ ; se tuvo que graficar los datos del tratamiento térmico que corresponden al punto frío. Para ello, se utilizará un software llamado Dplot. A continuación se describen los pasos en la elaboración de curvas de calentamiento y enfriamiento:

1. La temperatura de esterilización (243°F) se resta de cada una de las temperaturas obtenidas durante el tratamiento térmico del producto; se saca el logaritmo de estos resultados y se los

grafica utilizando el software Dplot; obteniéndose una ecuación que representa el tratamiento térmico.

2. Los valores de  $f_h$  y  $f_c$  se calculan del inverso de la pendiente obtenida de linealizar las curvas de calentamiento o enfriamiento respectivamente.
3. El valor  $j_h$  se obtiene de buscar la coordenada de Y con un valor de X igual a **0.58\*CUT**; mientras que el valor de  $j_c$  sale del origen de la recta obtenida de la regresión lineal.
4. El valor  $l$  de calentamiento y enfriamiento; se ubica donde nacen la curvas de calentamiento y enfriamiento.

**Determinación de los valores g para el producto.-** Stumbo desarrollo unas tablas estandarizadas en las cuales se halla el parámetro  $f_h/U$  en relación a un  $j_c$ , los cuáles me dan un valor **g** correspondiente.

A partir de las tablas de Stumbo se procederá a elaborar una nueva tabla de valores  $g$  correspondientes a un  $j_c$  del producto igual 1.46; obtenido de la curva de enfriamiento del producto.

## 2.6 Desarrollo de la hoja técnica de proceso.

### Cálculo del tiempo de proceso por el método de Stumbo

La metodología seguida para la determinación de los tiempos de proceso con un  $F_0=4$ , lo explican a continuación:

1. Con un  $F_0=4$  se procede a usar la ecuación 1; para despejar el parámetro  $U$ .

$$U_g = F_0 * F_i \quad (1)$$

Donde  $F_i$  se define según la ecuación 2.

$$F_i = 10^{(T_{ref}-T)/z} \quad (2)$$

2. Calculamos el factor  $f_h/U_g$ .

3. Con el valor del factor  $f_h/U_g$ , se ingresa a las tablas elaboradas para el  $j_c$  del producto, para así determinar el valor  $g$  por interpolación.
4. Con el valor  $g$  procedo a determinar el tiempo de proceso del producto por medio de la ecuación 3.

$$\mathbf{Bb = fh[\log(jh*l)-\log(g)]} \quad \mathbf{(3)}$$

5. Finalmente, se calculo el tiempo de retencion por medio de la ecuación 4.

$$\mathbf{Bb=T_r+0.42t_v} \quad \mathbf{(4)}$$

Una vez definido el tiempo de proceso del producto para un  $Fo=4$ , y su valor  $g$  correspondiente, se puede desarrollar una hoja de proceso. En ella, se indica los tiempos de proceso para diferentes temperaturas iniciales del producto. A continuación se describe la metodología en la elaboración de dichas tablas:

1. Definir las posibles temperaturas iniciales a las cuales el producto puede presentarse.
2. Utilizar la ecuación 5 para determinar los tiempos de proceso a diferentes las temperaturas iniciales.

$$T_{rc} = f_n[\log(j_h * (T_r - T_i) - \log(g))] - (0.42 * T_v) \quad (5)$$

## 2.7 Evaluación de la degradación de la textura.

Este parámetro se valorará de la siguiente manera:

1. Elaborar una escala hedónica relacionada a la textura del camarón; en la cual se presentaran muestras cocinadas a diferentes tiempos (5, 10 15, y 20 minutos) y temperaturas (70, 90 y 100 °C); de ahí se procederá a graficar el logaritmo del promedio de los resultados obtenidos para cada tiempo.
2. Determinar el **valor D**, el cual se obtiene del inverso de la pendiente al linealizar las gráficas obtenidas en el punto 1.

3. Mediante la ecuación 6, se realizó una conversión del valor D a 100°C; obteniendo un nuevo valor D a 117.2 °C , temperatura en la cual se lleva a cabo el proceso.

$$D_{117.2} = D_{100} * 10^{(T_x - T_{ref})/Z} \quad (6)$$

4. Finalmente, mediante la ecuación 7 se determinará el factor de calidad para diferentes temperaturas de esterilización.

$$F_a = F - \text{Log} \{(D + g(F_v - F))/D\} \quad (7)$$

# CAPÍTULO 3

## 3. CALCULOS Y RESULTADOS

### 3.1 Ubicación del punto frío.

Se colocaron los sensores en 5 diferentes puntos a lo largo del eje axial del empaque según el gráfico 2.1.

Antes de realizar las pruebas pilotos se revisaron las uniones, conexiones y se verificó las lecturas del registrador de temperatura.

En el autoclave se verificó el flujo de agua, y la presión de vapor para estar seguros que los datos obtenidos de las pruebas piloto no tendrían variaciones representativas que afecten las pruebas.

Para este producto se ha estipulado un valor  $F_0=4$ ; como factor de seguridad ya que se trata de una conserva elaborada a base de camarones el cual es un alimento altamente perecible y de fácil contaminación..

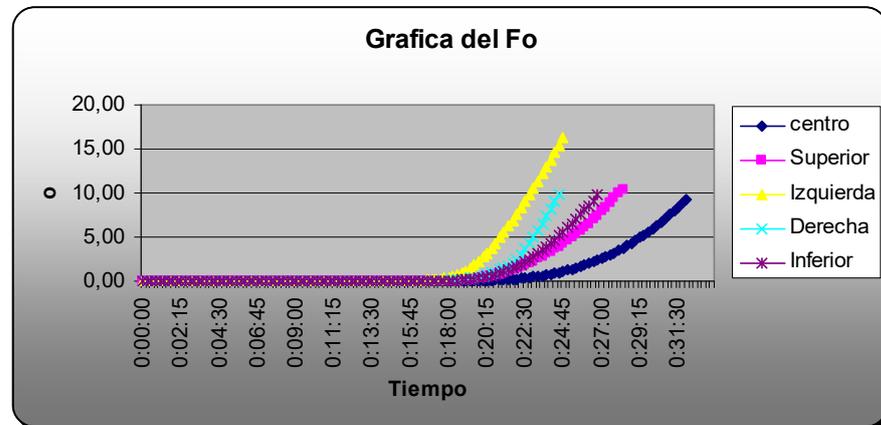
Los datos obtenidos en la tabla 8 y la gráfica 3.1, nos indica que el punto frío de este producto se encuentra en el centro del envase y es a donde debemos conducir el estudio de penetración de calor para poder así obtener un producto comercialmente estéril.

**TABLA 8**  
**CUADRO DE RESUMEN DE TEMPERATURA Y TIEMPOS**  
**OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DEL PUNTO FRIO**

<b>MUESTRA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>TIEMPO</b>
1	Superior	223.16	20:00
2	Inferior	223.14	20:00
3	Centro	209.12	20:00
4	Derecha	225.87	20:00
5	Izquierda	237.08	20:00

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

**Gráfica 3.1 Letalidades acumuladas en el envase**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

### 3.2 Datos obtenidos de la curva de penetración de calor.

Para poder determinar los tiempos de proceso por el Método de Stumbo se deben usar parámetros que se obtienen de las graficas de calentamiento y enfriamiento.

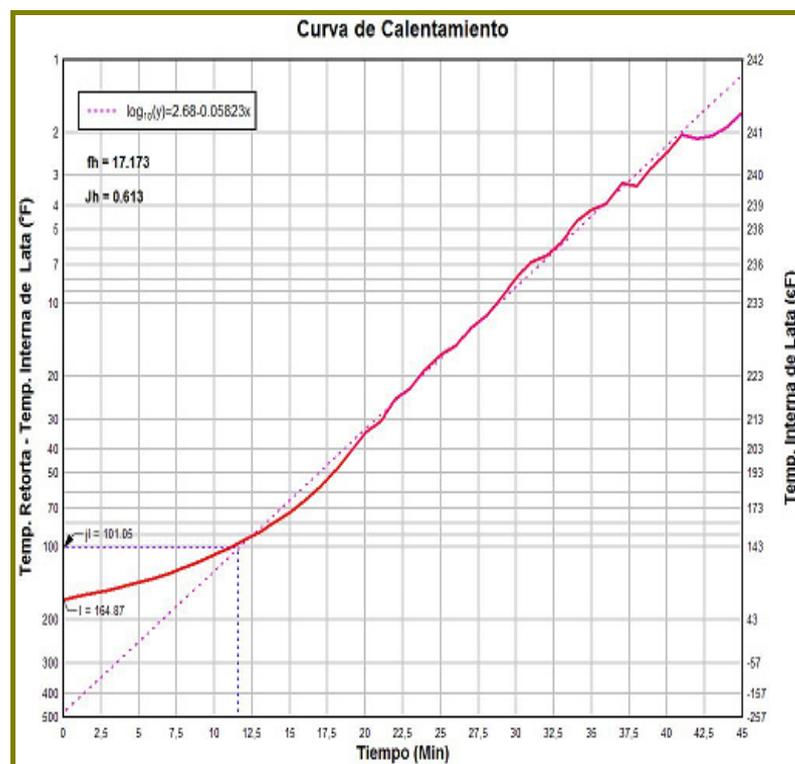
Para poder graficar las curvas de calentamiento se uso un programa llamado Dplot, el cual ayudo a graficar los datos de una manera fácil y precisa.

Las curvas se linealizan, con la intención de obtener una ecuación que vincule la mayor cantidad de datos graficados y por medio de la cual, el inverso de su pendiente nos dará un parámetro de respuesta

a la temperatura llamado  $f_h$ , el cual describe la velocidad de penetración de calor en el recipiente y en su contenido durante el calentamiento.

En la gráfica 3.2 se puede observar la curva de calentamiento del producto, de aquí se obtendrán los valores:  $j_h$ ,  $f_h$ ,  $l_h$ , y  $j_l$ ; además nos indica que el mecanismo de transferencia de calor es conductivo; ya que se puede visualizar una curva simple en la gráfica.

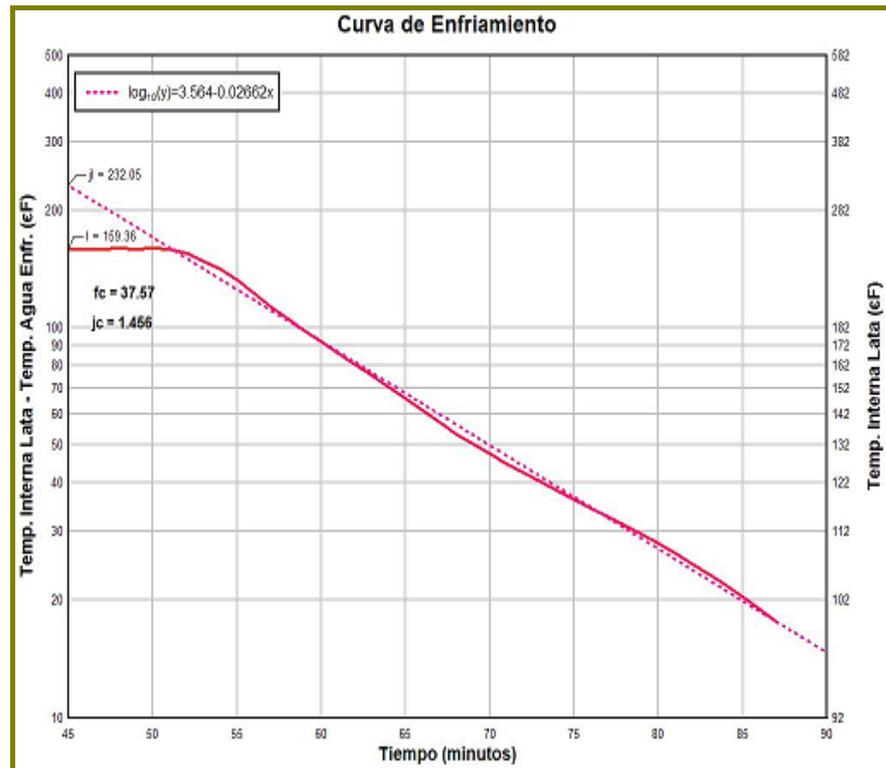
**Gráfica 3.2 Curva de calentamiento**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

En la gráfica 3.3 se presenta la curva de enfriamiento de la conserva, de ella obtenemos los valores de:  $j_c$ ,  $f_c$ ,  $I_c$ , y  $J|_c$ .

**Gráfica 3.3 Curva de enfriamiento**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Finalmente, en la tabla 9 se presenta los datos obtenidos de las curvas de calentamiento y enfriamiento; estos datos servirán para poder determinar los tiempos de proceso por el método de Stumbo, y además me permitirán evaluar la textura del camarón después del proceso de esterilización.

Estos valores obtenidos son propios de la conserva, por tal motivo si varía la fórmula o algún parámetro ya definido del proceso, se tendrá que realizar un nuevo estudio de penetración de calor.

**TABLA 9**  
**PARAMETROS DE PROCESO OBTENIDOS DE LAS CURVAS DE**  
**CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
$f_h$	17.173	min
$J_h$	0.613	°F
$j_l_h$	101.05	°F
$l_h$	164.87	°F
$f_c$	37.67	min
$J_c$	1.46	°F
$j_l_c$	232.05	°F
$l_c$	159.36	°F

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

En el anexo A, se presenta una tabla con los valores  $g$  y  $f_h/U$  para un  $j_c = 1.46$ ; estos datos se los obtuvo por interpolaciones que se tuvieron que realizar ya que no existen valores para el  $j_c$  del producto.

Los cálculos realizados para obtener los datos de la tabla 10, se encuentran en el anexo B, ahí se explica detalladamente los pasos seguidos para hallar el tiempo de proceso de la conserva.

**TABLA 10**  
**RESULTADOS DE TIEMPOS DE ESTERELIZACION PARA EL**  
**TRATAMIENTO TERMICO.**

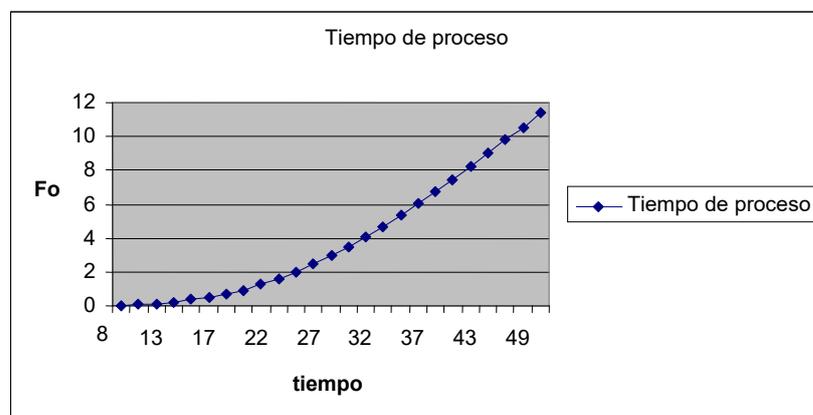
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
$F_i$	min.	2.45
$U_g$	min.	9.79
$f_h/U=$	-	1.75
$j_h$	$^{\circ}F$	0.613
$l_h$	$^{\circ}F$	164.87
$g_{j=1.46}$	-	1.85
Bb	min.	30
$t_r$	min.	21

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Se puede observar entonces que para poder obtener un alimento comercialmente estéril con un valor  $F_0=4$  debemos tener un tiempo de proceso de 30 minutos; en donde 21 minutos es el tiempo de retención.

En la gráfica 3.4 podemos observar que aun tiempo de 21 minutos la letalidad del producto es de  $F_0=4$ .

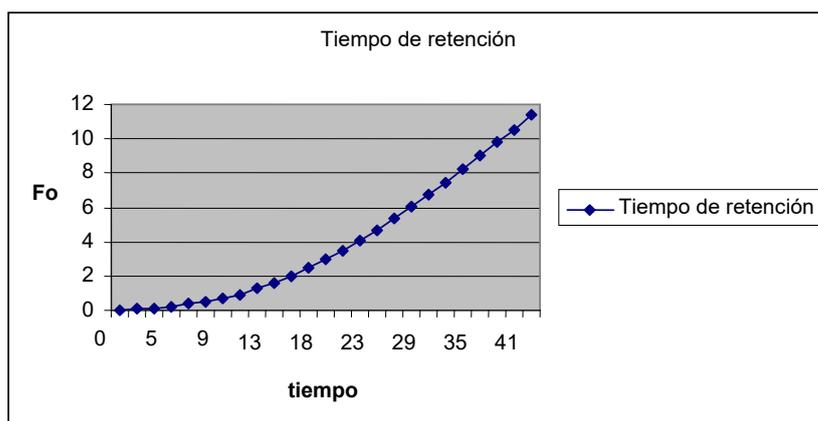
**Grafica 3.4 Variación de el  $F_0$  versus los tiempos de proceso.**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

En la gráfica 3.5 se ve que para un tiempo de proceso de 30 minutos la letalidad es de  $F_0=4$ .

**Grafica 3.5 Variación del  $F_0$  versus los tiempos de retención**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Finalmente se puede validar los resultados obtenido por el método de Stumbo ya que las letalidades obtenidas por el método general me indican que no existe una variación significativa en los resultados obtenidos.

### **3.3 Determinación de los tiempos de proceso.**

Para obtener la hoja técnica de proceso a diferentes temperaturas iniciales a las que puede estar el producto se realizaron cálculos los cuales se presentan en el anexo C.

En la tabla 11 se muestra los resultados de los tiempos de proceso sugerido para cada temperatura a la que podría estar el producto antes de la esterilización.

Por ejemplo si la conserva de camarón esta a una temperatura inicial de 107 °F(41.66°C) habrá que darle un tiempo de proceso de 28.4 minutos, y si se encuentra a una temperatura de 68 °F (20°C) el tiempo de proceso es de 30 minutos.

TABLA 11

**HOJA TECNICA DE PROCESO A DIFERENTES TEMPERATURAS DE  
RETORTA A LAS QUE PUEDE ESTAR EL ALIMENTO ANTES DE LA  
ESTERILIZACION**

I.T (°F)	R.T (°F)	Tiempo de retención calculado		Tiempo de retención sugerido	
		Minutos	(HH:MM:SS)	Minutos	(HH:MM)
68	243	21,840	0:21:50	22	0:22
73,4	243	21,606	0:21:36	22	0:22
77	243	21,446	0:21:27	22	0:22
82,4	243	21,199	0:21:12	22	0:22
86	243	21,030	0:21:02	22	0:22
89,6	243	20,857	0:20:51	21	0:21
93,2	243	20,680	0:20:41	21	0:21
96,8	243	20,499	0:20:30	21	0:21
104	243	20,122	0:20:07	21	0:21
107	243	19,960	0:19:58	20	0:20

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

### 3.4 Optimización del proceso.

Primero se calculará el valor D del producto para luego proceder con el cálculo de valor  $F_a$  que será mi indicador de degradación de calidad en la textura del camarón.

#### Calculo del valor D:

Se elaboró una escala hedónica para tres temperaturas de calentamiento (70°C, 90°C, 100°C) a tiempos diferentes (5, 10, 15,

20 minutos); y se utilizó el método de Scoring o Puntuación para evaluar la textura.

El estudio de la textura del camarón se basó en medir la resistencia del camarón al ser colocado y presionado entre los dientes, y así poder calificarlo del 1 al 5 según su firmeza o suavidad.

El panel de degustación estuvo constituido por 15 panelistas entrenados a quienes se les proporcionó muestras de camarón cocidos; y se les pidió que evaluaran la textura según la escala de calificación propuesta en el anexo D. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 12.

TABLA 12

## EVALUACION DE LA TEXTURA A DIFERENTES TEMPERATURAS Y TIEMPOS.

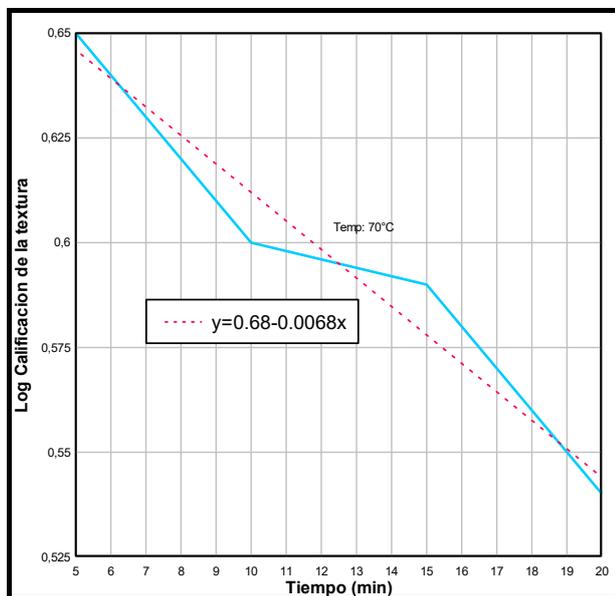
TEMPERATURA	TIEMPO (min.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL	
		<b>70°C (158°F)</b>	<b>5</b>	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	3	4	5	5	4
<b>10</b>	3		4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	60	
<b>15</b>	4		4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59	
<b>20</b>	4		4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	52

<b>90°C (194°F)</b>	<b>5</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
	<b>10</b>	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	71
	<b>15</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	60
	<b>20</b>	4	3	3	3	3	3	4	3	2	2	4	3	3	4	3	47

<b>100°C (212°F)</b>	<b>5</b>	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	66
	<b>10</b>	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	49
	<b>15</b>	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	45
	<b>20</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	33

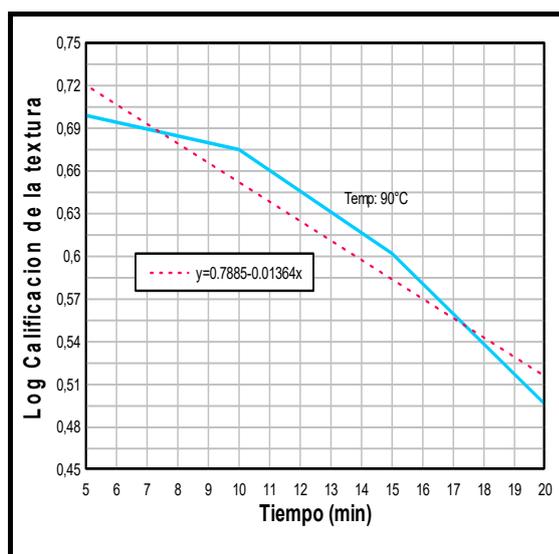
Elaborado por: Carlos Vásquez.

**Gráfica 3.6 Logaritmo de la calificación de la textura vs tiempo de Calentamiento a 70°C**



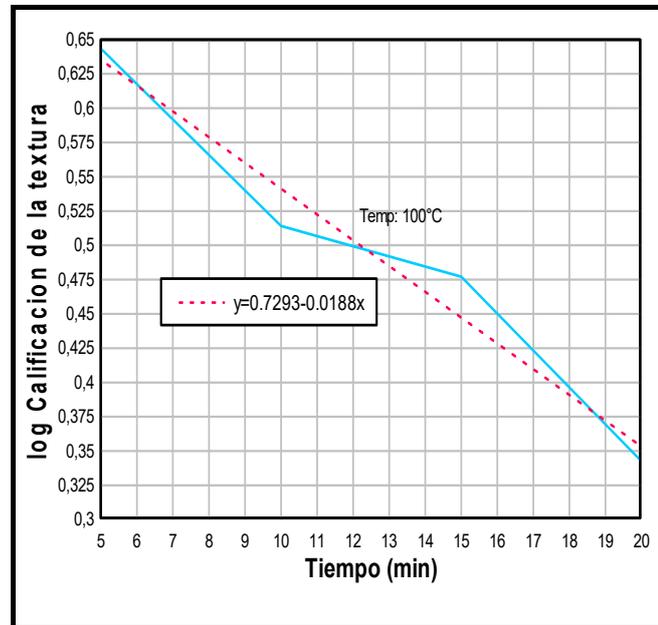
Elaborado por: Carlos Vásquez V.

**Gráfica 3.7 Logaritmo de la calificación de la textura vs tiempo de Calentamiento a 90°C**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

**Gráfica 3.8 Logaritmo de la calificación de la textura vs tiempo de Calentamiento a 100°C**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

En la gráfica 3.6, 3.7, y 3.8 se muestran las rectas obtenidas al graficar el logaritmo de las calificaciones de la textura versus el tiempo de calentamiento para 70°C, 90°C, y 100°C .

En la tabla 13 se puede visualizar los valores K y D para cada temperatura, como se observa a medida que incrementa la temperatura de calentamiento la constante cinética de velocidad de la textura (K) aumenta. En el caso de D el efecto es opuesto es decir disminuye al incrementar la temperatura.

**TABLA 13**  
**VALORES K Y D PARA LA DEGRADACION DE LA TEXTURA DEL**  
**CAMARON.**

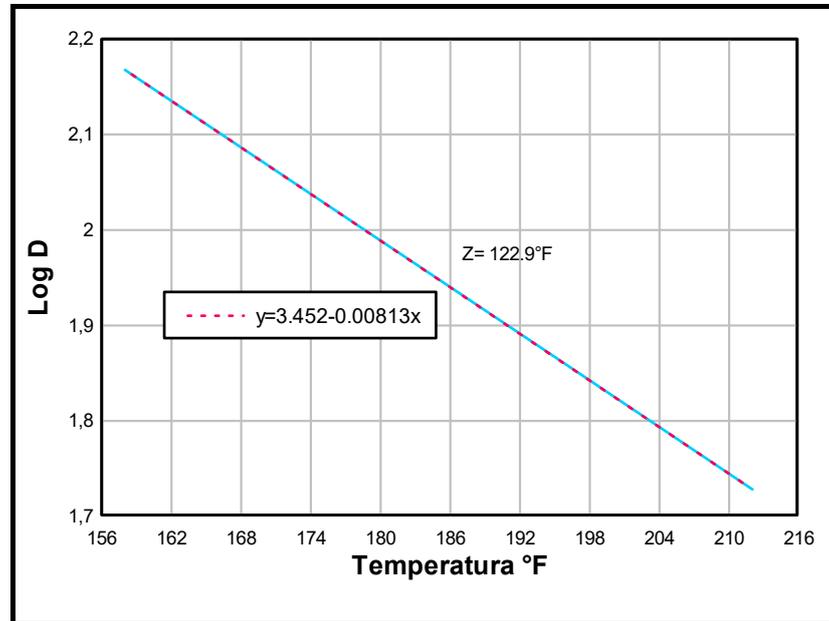
<b>Temperatura</b>	<b>Valor K (min.<sup>-1</sup>)</b>	<b>Valor D (min.)</b>
158°F (70°C)	0.68	147.05
194°F(90°C)	0.79	73.31
212°F(100°C)	0.73	55.56

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Entonces podemos deducir que a medida que aumenta la temperatura, la degradación de la textura del camarón es menor; ya que la velocidad de degradación de la textura disminuye como se puede observar con los valores obtenidos del inverso de la pendiente de las curvas del logaritmo de la calificación de la textura versus el tiempo.

En la gráfica 3.9 se muestra las rectas obtenidas al plotear el logaritmo de las reducciones decimales versus la temperatura.

**Grafica 3.9 Logaritmo de la reducción decimal en función de la temperatura.**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

Igualmente se linealizó la gráfica y se sacó el inverso de la pendiente para así obtener el valor Z del producto.

$$Z = 122.92^\circ\text{F}$$

Usando la ecuación linealizada de la gráfica 3.9 podemos obtener un valor  $D_{117.2}$  que es a la temperatura a la que se realiza la esterilización.

$$D_{117.2} = 29.51 \text{ minutos.}$$

Finalmente se presentó los resultados obtenidos para optimizar el tiempo de proceso en función de la textura.

Para poder calcular estos valores se tuvo que elaborar una tabla referente a la degradación de la textura en relación a un valor  $Z=129.92^{\circ}\text{F}$ , la cual se presenta en el anexo E.

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos referente al factor de calidad  $F_a$ ; sus cálculos los presentamos en el anexo F.

**TABLA 14**  
**RESULTADOS DE LA OPTIMIZACION DE LA TEXTURA PARA**  
**DIFERENTES TRATAMIENTOS TERMICOS.**

<b>Temperatura</b>	<b>F<sub>a</sub></b>	<b>% de retención de textura</b>
220°F (104.4 °C)	96.891	0.1
238°F (114.4 °C)	75.015	0.3
240°F (115.5 °C)	69.982	0.4
243°F (117.2 °C)	62.445	0.78
250°F (121.1 °C)	53.055	1.6
255°F (123.8 °C)	48.302	2.3

Elaborado por: Carlos Vásquez V

Como se puede observar en la tabla 14 la textura del camarón resulta muy afectada por el tratamiento térmico, y no se puede optimizar tomando como referencia la misma.

### **3.5 Caracterización del producto final**

Este nuevo producto ha sido formulado y establecido para cumplir los siguientes parámetros de control una vez procesado:

#### **Análisis físico-Químico**

- Peso neto: 193 g
- Peso drenado: 102 g
- Peso bruto: 200 g.
- pH: 4.6
- Acidez: 1.56
- Aire residual: 0.5 ml

El empaque flexible usado esta compuesto por cuatro laminas (plástico, aluminio, poliéster y nylon) de dimensión 120 mm x 180 mm.

Los principales requisitos de calidad y composición del producto están especificados en el conjunto de normas del Codex para el

camarón en conserva y los productos pesqueros y se los ha tomado como referencia en la elaboración de este nuevo producto: CODEX STAN 37 – 1981, cuyos documentos se encuentran en el anexo I.

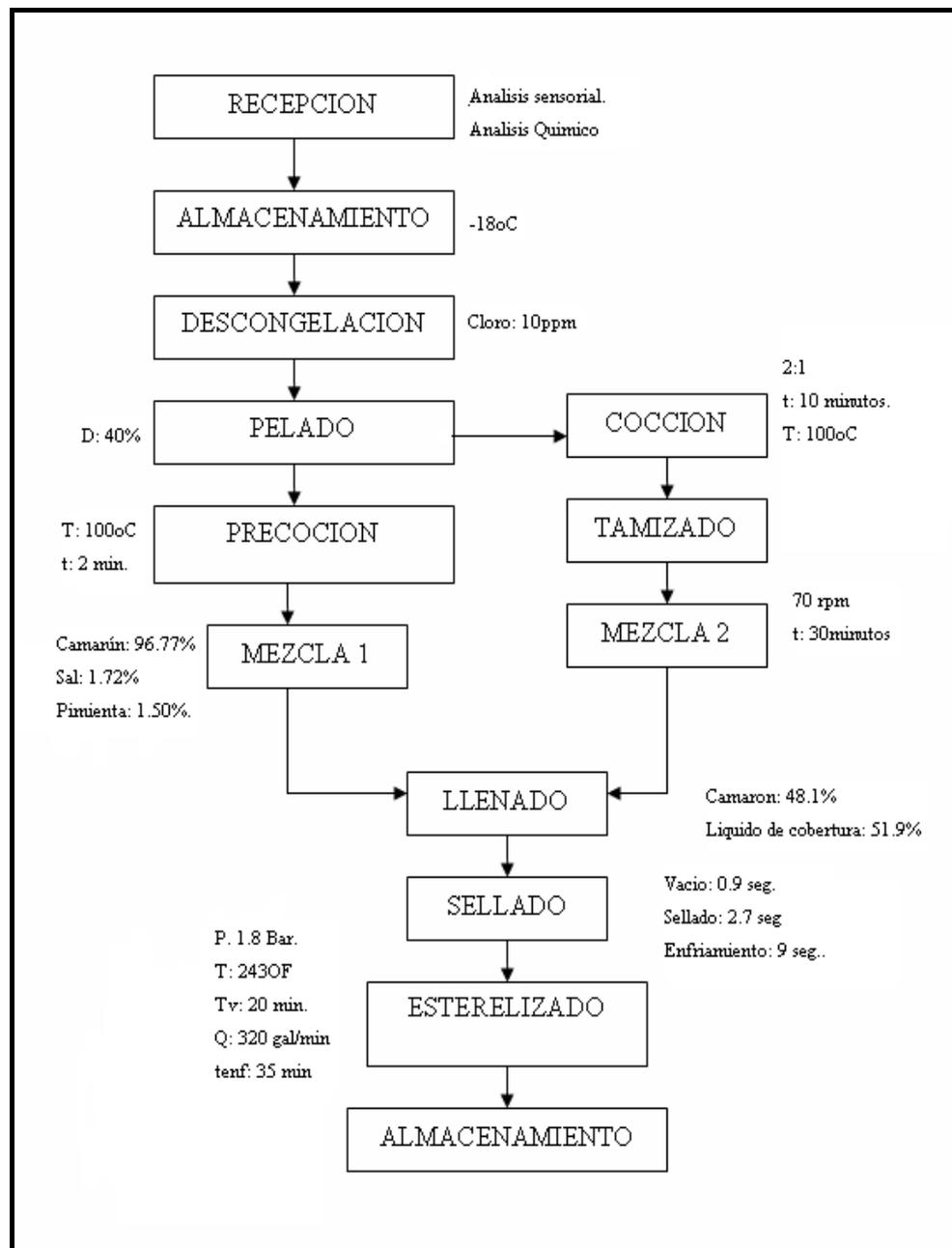
### **3.6 Diseño del proceso.**

El diagrama de proceso que a continuación se presenta en la figura 3.1; detalla cada uno de las etapas seguidas en la elaboración de la conserva. Basados en las pruebas experimentales se incluye las condiciones de proceso para las diferentes etapas para el procesamiento de la conserva de camarón.

La descripción de cada una de las etapas las encontramos en el capítulo 1.

Por último la gráfica obtenida en el termo registrador del autoclave hidrostático la presentamos en el anexo H.

**Figura 3.1 Diagrama de flujo del proceso diseñado.**



Elaborado por: Carlos Vásquez V.

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se diseño y desarrollo un producto conserva, a base de camarón con liquido de cobertura utilizando residuos y cabezas de camarón, logrando un pH= 4.6, el cual fue empacado en un envase flexible de cuatro capas aluminio, nylon, poliéster y polipropileno.
- La bibliografía indica trabajar con un  $F_0=3$  para el Clostridium Botulinum; pero las pruebas se realizaron con un  $F_0=4$  para el alimento, ya que se tomo como un margen de seguridad al momento de esterilizar la conserva de camarón.
- El estudio de penetración de calor para la conserva de camarón en envase flexible determino que el punto frío del producto esta localizado en el centro geométrico del envase siendo el mecanismo de transferencia de calor predominante el conductivo. Los parámetros de proceso dependen de la difusividad térmica, del coeficiente de

transferencia de los componentes, de las dimensiones del envase y sellado.

- Los datos obtenidos en la selladora de los empaques flexibles son propios del producto; ya que estos varían en función de las dimensiones del envase y de su contenido.
- Para que esta conserva de camarón en envase flexible sea considerada comercialmente estéril y con un  $F_0=4$ ; se debe alcanzar un tiempo de retención de 22 minutos para una temperatura de proceso de 117.2 °C (243 °F). en el sistema envase-producto propuesto.
- Para determinar los valores de D y Z se utilizó 15 panelistas entrenados para evaluar la textura del camarón; el Z calculado es 68.30°C (122.92°F) y se encuentra dentro del rango de 45°C a 80°C indicado por Lund (1977), para la degradación de factores de calidad de alimentos.
- Se deberían realizar otras pruebas utilizando agentes químicos que me ayuden a retener agua en el camarón, para así mejorar la textura que significativamente resulta afectada por el tratamiento térmico.

# **ANEXOS**

# ANEXO A

Valores  $g$  y  $f_h/U$  para un  $j_c= 1.46$

$f_h/U$	1,00	1,40	1,46	1,60
0,20	5,09E-05	5,76E-05	5,86E-05	6,10E-05
0,30	2,40E-03	2,66E-03	2,70E-03	2,79E-03
0,40	1,62E-02	1,80E-02	1,83E-02	1,90E-02
0,50	5,06E-02	5,70E-02	5,80E-02	6,02E-02
0,60	1,09E-01	1,23E-01	1,25E-01	1,31E-01
0,70	0,189	0,215	0,2189	0,228
0,80	0,287	0,328	0,3343	0,349
0,90	0,400	0,458	0,4667	0,487
1,00	0,523	0,6	0,6114	0,638
2,00	1,93	2,21	2,249	2,34
3,00	3,26	3,68	3,743	3,89
4,00	4,41	4,94	5,021	5,21
5,00	5,40	6,03	6,126	6,35
6,00	6,25	6,98	7,088	7,34
7,00	7,00	7,82	7,943	8,23
8,00	7,66	8,56	8,698	9,02
9,00	8,25	9,24	9,39	9,74
10,00	8,78	9,86	10,019	10,39
15,00	10,88	12,31	12,523	13,02
20,00	12,40	14,11	14,368	14,97
25,00	13,60	15,6	15,87	16,5
30,00	14,60	16,8	17,1	17,8
35,00	15,50	17,8	18,13	18,9
40,00	16,30	18,7	19,06	19,9
45,00	17,00	19,5	19,89	20,8
50,00	17,70	20,3	20,69	21,6
60,00	18,90	21,6	21,99	22,9
70,00	19,90	22,7	23,12	24,1
80,00	20,80	23,7	24,15	25,2
90,00	21,60	24,6	25,05	26,1
100,00	22,30	25,4	25,88	27
150,00	25,20	28,5	29,01	30,2
200,00	27,10	30,7	31,24	32,5

Elaborado por: Carlos Vásquez V.

# ANEXO B

## CALCULOS DEL TIEMPO DE PROCESO.

### Datos generales:

$$Z= 18^{\circ}\text{F}.$$

$$T_{\text{ref}}= 250^{\circ}\text{F}.$$

$$F_0=4.$$

Con los datos generales y los obtenidos en la tabla 9 y el anexo A, procederemos a calcular los tiempos de proceso para la conserva de camarón.

### Calculo $U_g$ :

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

$$F_i = 10^{(250-243/1.8)}$$

$$F_i = 2.45 \text{ minutos.}$$

$$U_g = F_0 * F_i$$

$$U_g = 4 * 2.45 = 9.79 \text{ minutos.}$$

$$U_g = 9.79 \text{ minutos.}$$

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

$$f_h/U = 17.17/9.79$$

$$f_h/U = 1.75$$

Por interpolación voy al anexo A y se escoge el valor  $g$  para el  $f_h/U$  hallado.

$f_h/U$	$G$
1	0.6114
1.75	$g?$
2	2.249

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

$$(2 - 1) / (1.75 - 1) = (2.249 - 0.6114) / (g? - 0.6114)$$

$$g = 1.85$$

### Calculo del tiempo de proceso:

$$B_b = f_h [\log(j_h * 1) - \log(g)]$$

$$B_b = 17.17 [\log(0.61 * 164.87) - \log(1.85)]$$

$$B_b = 30 \text{ minutos.}$$

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

$$t_r = 30 + 0.42 (20) = 21 \text{ minutos.}$$

# ANEXO C

## CALCULO DE LA HOJA TÉCNICA DE PROCESO.

### Temperatura: 107.6°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 107.6) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 19.92 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 104°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 104) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 20.12 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 96.8°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 96.8) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 20.49 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 93.2°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 93.2) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 20.68 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 89.6°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 89.6) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 20.85 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 86°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 86) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 21.03 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 82.4°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log (0.61 *(243 - 82.4) - \log (1.85))] - (0.42 * 20)$$

$$T_{rc} = 21.19 \text{ minutos.}$$

### Temperatura: 77°F:

$$T_{rc} = f_h [\log (j_h *(T_r - T_i) - \log (g))] - (0.42 * T_v)$$

$$T_{rc} = 17.17[\log(0.61*(243-77)-\log(1.85))]-0.42*20$$

**$T_{rc} = 21.44$  minutos.**

**Temperatura: 73.4°F:**

$$T_{rc} = f_h [\log(j_h*(T_r-T_i)-\log(g))]-0.42*T_v$$

$$T_{rc} = 17.17[\log(0.61*(243-73.4)-\log(1.85))]-0.42*20$$

**$T_{rc} = 21.60$  minutos.**

**Temperatura: 68°F:**

$$T_{rc} = f_h [\log(j_h*(T_r-T_i)-\log(g))]-0.42*T_v$$

$$T_{rc} = 17.17 [\log(0.61*(243-68)-\log(1.85))]-0.42*20$$

**$T_{rc} = 21.84$  minutos.**

# ANEXO D

## ANALISIS SENSORIAL DEL CAMARON ENCUESTA PARA ACEPTACION DE LA TEXTURA DEL CAMARON

Edad: \_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_

¿Le gusta consumir camarón?

\_\_\_\_ Mucho

\_\_\_\_ Regular

\_\_\_\_ Poco

Formas de consumo en la mayoría de ocasiones del camarón.

\_\_\_\_ Cebiches

\_\_\_\_ Cócteles

\_\_\_\_ Tortillas

\_\_\_\_ Arroz con camarón

\_\_\_\_ Sopas.

¿Le gustaría tener en el mercado un producto elaborado a base de camarón, de fácil consumo, que este a temperatura ambiente y que este envasado en un empaque flexible? \_\_\_\_ Si \_\_\_\_ No

Si contesta si diga: porque \_\_\_\_\_

Caso contrario siga adelante.

Califique la textura del camarón en base a la siguiente escala

<b>5</b>	<b>Textura muy suave.</b>
<b>4</b>	<b>Textura suave.</b>
<b>3</b>	<b>Textura firme</b>
<b>2</b>	<b>Textura muy firme.</b>
<b>1</b>	<b>Textura extremadamente firme.</b>

<b>Muestra</b>	050	221	759	456
<b>Calificación</b>				

¡Gracias por su colaboración

# ANEXO E

**TABLA USADA PARA CALCULO DE PROCESO TERMICO POR EL METODO DE STUMBO (Degradación de nutrientes)**

fh/u	z=80°F		z=90 °F		z=122.92 °F	
	g	$\Delta g/\Delta j$	g	$\Delta g/\Delta j$	g	$\Delta g/\Delta j$
0,20	0,000253	0,00017	0,000289	0,000208	0,00040751	0,0003331
0,30	0,000253	0,00017	0,0134	0,0097	0,05667992	0,04107276
0,40	0,0118	0,00775	0,0919	0,0661	0,3555892	0,2581882
0,50	0,0802	0,0545	0,292	0,208	0,9892456	0,713322
0,60	0,255	0,17	0,632	0,452	1,873084	1,380344
0,70	0,552	0,3675	1,101	0,791	2,908308	2,185162
0,80	0,963	0,6425	1,678	1,205	4,03178	3,05675
0,90	1,469	0,9775	2,34	1,68	5,207332	3,99263
1,00	2,05	1,45	3,06	2,19	6,38492	4,62608
2,00	2,68	1,775	11,03	7,88	38,5182	27,97766
3,00	9,68	6,475	18	12,8	45,38944	33,6219
4,00	12,92	8,65	23,6	16,7	58,75856	43,2006
5,00	15,85	10,65	28,2	19,7	68,8562	49,4926

**Elaborado por: Carlos Vásquez.**

# ANEXO F

## CALCULO DEL FACTOR DE CALIDAD Fa.

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

$$F_i = 10^{(250-243/18)}$$

$$F_i = 2.45$$

$$U = F_o * F_i = 4(2.45) = 9.79$$

$$f_h/U = 17.173/9.79 = 1.75$$

Usando la tabla 9.12 para  $z=18$

$f_h/U$	$g$	$\Delta g/\Delta j$
1	0.523	0.192
1.75	X?	
2	1.93	0.68

$$g_{=1.46} = 0.523 + (1.46-1)(0.192) = 0.61$$

$$g_{=1.46} = 1.930 + (1.46-1)(0.680) = 2.2428$$

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

$$(2-1) / (1.75-1) = (2.24-0.61) / (g?-0.61)$$

$$g = 1.84$$

Para  $g = 1.84$  y usando tabla del anexo E para  $z = 129.92$  °F

$f_h/U$	$g$	$\Delta g/\Delta j$
0.5	0.9892456	0.713322
X?	1.84	
0.6	1.873084	1.380344

$$g_{=1.46} = 0.9892456 + (1.46-1)(0.713322) = 1.32$$

$$g_{=1.46} = 1.8730840 + (1.46-1)(1.380344) = 2.51$$

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

$$(0.6 - 0.5) / (X? - 0.5) = (1.380344 - 0.713322) / (1.84 - 0.713322)$$

$$f_h / U = 0.54$$

$$J = f_c / f_h / U = 37.67 / 0.54 = 69.3$$

$$P = F_i = 10^{(250 - 243) / 129.92} = 1.1401$$

$$F \text{ (centro geométrico)} = J / P = 69.3 / 1.1401 = 60.7$$

$$g_v = 0.5g = 0.5 * 1.84 = 0.92$$

$$j_c = 0.5j_{vc} = 0.5 * 1.46 = 0.73$$

Usando la tabla del anexo E para  $z = 129.92^\circ F$  y  $g_v = 0.92$

$f_h / U$	$g$	$\Delta g / \Delta j$
0.4	0.3555892	0.251882
0.5	0.71332	0.71332
X?	0.92	

$$g_{=1.46} = 0.3555892 - (1 - 0.73)(0.251882) = 0.29$$

$$g_{=1.46} = 0.7133200 - (1 - 0.73)(0.713320) = 0.798$$

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

$$(X? - 0.4) / (0.5 - 0.4) = (0.92 - 0.29) / (0.798 - 0.29)$$

$$f_h / U = 0.52$$

$$g_v = f_c / f_h / U = 37.67 / 0.52 = 71.85$$

$$F_v = g_v / F_i = 71.85 / 1.1401 = 63.02$$

$$F_a = F + D \log[(D + 1.84(F_v - F)) / D] =$$

$$F_a = 60.7 + 29.51 \log[(29.51 + 1.84(63.02 - 60.7)) / 29.51] = 62.445$$

$$\log(C / C_0) = -F_a / D = -(62.445 / 29.51) = -2.1161$$

$$C / C_0 = (10)^{-2.1161} = 0,00765495$$

$$\% = 100 * (0,00765495) = 0.765$$

# ANEXO G

## PROTOCOLO PARA LA CONDUCCION DE ESTUDIOS DE PENETRACION DE CALOR (002)

Varios métodos y equipos pueden ser empleados para la adquisición precisa de datos en un estudio de penetración de calor. El objetivo de esta guía es el de recomendar los procedimientos a seguir en la conducción de estudios de penetración de calor para establecer procesos térmicos necesarios para producir alimentos comercialmente estériles empacados en envases herméticamente sellados. ***Las siguientes recomendaciones deben ser consideradas guías voluntarias.*** Mientras que estas guías no excluyen la utilización de otros métodos y de los equipos para la adquisición de datos durante el estudio de penetración de calor, estas guías han sido desarrolladas por consenso del Instituto de Especialistas en Procesos Térmicos y debería darse seria consideración como adopción como metodología por individuos que realizan estudios de Penetración de Calor.

### TERMINOLOGÍA

***1.1. Envases para prueba:*** Envases que pueden ser requeridos para llenar el autoclave durante el estudio de penetración de calor para simular las condiciones de producción normal. El tipo, la forma y el tamaño del envase deberá ser el mismo que se utilizaría en el proceso. El producto para llenar estos envases podría ser el mismo que se utiliza para el estudio o cualquier otro producto que tenga similares características térmicas o en algunas circunstancias, agua.

***1.2 Ciclo de enfriamiento:*** El tiempo requerido que sigue a la introducción en el autoclave del medio que va a enfriar los envases para bajar la temperatura interna del producto a un valor específico, comúnmente de 35 a 45° C (95 a 110° F)

***1.3 Factores Críticos.*** Factores químicos y físicos que pueden influenciar en la reacción térmica de un producto al proceso térmico, la variación del cual puede influenciar en el proceso diseñado y que incluye: envases, producto, autoclave y condiciones de proceso

***1.4 Pesos de Llenado, Ecurrido y Neto.*** *El peso de llenado es el peso del sólido antes del proceso; escurrido, el peso del sólido después del proceso; y neto, el peso de todo el producto del envase.*

***1.5 Curva de Penetración de Calor:*** Trama de la diferencia logarítmica entre la temperatura del autoclave y el producto (curva de calentamiento) o temperatura del producto y del medio de enfriamiento (curva de enfriamiento) versus tiempo.

**1.6 Termómetro de Mercurio (MIG)** Generalmente usado como instrumento referencial de temperatura del autoclave y regulado para su aplicación por agencias gubernamentales en algunos países. Otros instrumentos de medición de temperatura pueden ser calibrados con un MIG que a su vez ha sido calibrado con un termómetro patrón debidamente calibrado y certificado.

### **DISEÑO DE UN ESTUDIO DE PENETRACIÓN DE CALOR**

El propósito del estudio de Penetración de Calor es el de determinar el comportamiento del calentamiento y enfriamiento de un producto y su envase en un sistema específico de autoclave para establecer un proceso térmico seguro y evaluar sus desviaciones. El estudio debe ser diseñado para realizar un análisis de todos los factores críticos asociados con el producto, el envase, el proceso y el efecto de los ratios térmicos. El número de envases empleado para las pruebas así como, el número de pruebas en sí, son muy importantes para establecer la variabilidad estadística como se discute en la sección 5.11 y 5.12. Antes de iniciar un estudio de penetración de calor deberá completarse primero con la evaluación de la temperatura del autoclave así como su distribución adecuada, evaluación algunas veces conocida con el nombre de Estudio de Distribución de Calor. La meta de este estudio es identificar la peor situación esperada que puede ocurrir en una producción comercial influenciada por el producto, envase y proceso.

### **FACTORES QUE AFECTAN AL COMPORTAMIENTO TERMICO**

Algunos factores relacionados con los productos, procesos y envases pueden contribuir a la variación en los datos de temperatura y tiempo obtenidos durante el estudio de penetración de calor. El establecer un proceso requiere del juzgamiento experto y la obtención de adecuados datos experimentales para determinar cual de los factores son críticos y el efecto que causaría el cambio de esos factores ya sea dentro o fuera de los límites críticos establecidos. La lista de factores que se refiere en esta sección es extensa pero no debería asumirse que cubren todos los posibles factores. Los datos cuantitativos sobre variabilidad también deben ser recopilados cuando sea apropiado y todos los datos pertinentes documentados para un mejor entendimiento y ser tomados en cuenta en posibles variaciones en el comportamiento de la penetración de calor.

#### ***Producto:***

La variación en la formulación o el peso de los ingredientes deberán ser consistentes con los valores extremos que podrían darse en la producción normal. Los cambios en la formulación podrían necesitar un nuevo estudio de penetración de calor.

El peso de llenado para estudios de penetración de calor no deberá ser menor al máximo declarado para el proceso. El exceso de producto podrá expresarse como sobre llenado.

El contenido de sólidos de los productos no homogéneos deberán ser medidos antes y después de procesarlos. El contenido de sólidos drenado debe ser pesado y expresado como porcentaje del peso total. Nota: la adición de ingredientes compactos o deshidratados pueden incrementar el peso escurrido.

La consistencia y la viscosidad de los componentes líquidos y semilíquidos deben ser medidas antes y después del proceso. El comportamiento de fluidez cambiará con el tipo de concentración del agente aglutinante (almidón, gomas, etc.), ratios de temperatura y reducción. Los cambios pueden ser reversibles o irreversibles los cuales son importantes cuando se reprocesan los productos.

El tamaño, forma y peso de los componentes sólidos deben ser medidos antes y después de procesarlos.

La integridad y el tamaño de los sólidos compactados pueden cambiar durante el proceso y afectar al sensor de temperatura ubicado en el producto o en el lugar más frío del envase.

El método de preparación del producto antes del llenado deberá simular a aquel empleado en producciones comerciales. Por ejemplo el escaldado puede causar dilatación, o compactación del producto lo cual puede influenciar en las características de penetración de calor.

El ablandamiento o la compactación del producto puede cambiar las características del producto e influenciar en su punto más frío. Además se deberá tomar especial precaución con los productos en rodajas los cuales pueden compactarse entre sí durante el proceso.

La rehidratación de productos secos, antes o después del proceso, es un factor crítico que puede influenciar en el comportamiento de la penetración de calor, como también a la eficacia del proceso con respecto a la inactivación de las esporas. Los detalles del procedimiento de rehidratación deberán registrarse durante el estudio de penetración de calor.

Los productos pueden calentarse por convección, conducción o una mezcla de ambas dependiendo de sus características físicas. Algunos productos exhiben comportamiento de calentamiento complejos. Algunos productos pueden inicialmente calentarse por convección y luego, debido a cambios físicos en el producto, cambiar a calentamiento por conducción. Por ejemplo, para productos como sopas que contienen almidón, los cambios en el comportamiento de calentamiento pueden ser debido a la gelatinización del almidón a una temperatura en particular.

Pequeñas variaciones en la formulación del producto o sus ingredientes pueden causar la transición de calentamiento convectivo a conducción a diferentes temperaturas y tiempos específicos. Especial cuidado deberá tomarse para identificar y controlar específicamente la variación de los productos y procesos con relación al ratio de su calentamiento.

***Envase:***

Las características adicionales del producto tales como el contenido de sal, actividad del agua, pH, gravedad específica, concentración de preservativos y métodos de acidificación pueden influenciar en la transmisión de calor o la resistencia microbiológica, cuyas características deberán también ser registradas.

El fabricante y la marca de los envases deberá registrarse en caso de que la información de llenado, sellado o de proceso sea requerida.

El tipo de envase (metal, vidrio, flexible, pouch, semirígido), tamaño y dimensión deberá ser registrados.

El anidado de los envases que tienen diámetro menor en su base, puede influenciar en el comportamiento de la penetración del calor. Los estudios de penetración de calor en autoclaves llenas con envases dispuestos al azar (sin planchas divisoras) deben conducirse con envases deliberadamente anidados así como con envases sueltos.

El vacío y espacio de cabeza deben ser registrados cuando se trata de envases rígidos. Para envases flexibles o semi-rígidos se debe determinar el gas residual en su interior. El gas atrapado puede crear una capa aislante dentro del envase cambiando la ubicación del punto más frío, decreciendo el ratio de calentamiento. El control de la sobre presión durante el proceso se ha encontrado que reduce este efecto.

El espesor máximo de las paredes del envase flexible (pouch) tiene una relación directa con la velocidad de transmisión lenta de la temperatura para llegar a su lugar más frío comparado con el espesor de pared más delgado, de aquí que los estudios de penetración de calor deben efectuarse con envases que tengan sus paredes el máximo espesor.

La orientación de los envases en el autoclave (vertical u horizontal) puede ser factores críticos para cierta combinación de productos y envases y deberá ser estudiado cuando el caso amerite. El cambio en la orientación de los envases podría también influenciar tanto al venteo del autoclave como al ciclo de alza justo antes del proceso.

El examen post proceso de los envases de prueba por anomalías debe efectuarse haciendo especial énfasis con los envases que se han calentado más rápido o al contrario de manera más lenta. Se recomienda de manera especial que en los envases flexibles, se examine cuidadosamente la ubicación de las puntas de los termopares luego del proceso. Si la ubicación del sensor se ha movido es probable que los datos adquiridos durante el estudio no sean confiables.

### ***3.3.Método de llenado***

La temperatura de llenado del producto debe ser controlada ya que esta afecta a la temperatura inicial la que puede influenciar en ciertos parámetros de la penetración de calor (factor de retardo, tiempo de levante) La temperatura de llenado puede convertirse en un punto crítico de control para un proceso particularmente si se trata de productos que exhiben comportamiento de calentamiento “quebrado”.

El llenado y el peso neto puede influenciar en el ratio de calentamiento tanto en las autoclaves estáticas o rotativas. La información sobre variabilidad pueden encontrarse en los controles de proceso estadístico y en los registros de control de calidad del producto.

En la mayoría de casos el controlar el espacio de cabeza determinando el peso neto no es suficiente debido a la posible variación de la gravedad específica del producto. Debe tomarse el respectivo cuidado para prevenir la incorporación de aire que afecte al vacío del espacio de cabeza. En procesos rotativos, el espacio de cabeza es un punto crítico de control debido a que la burbuja en el espacio de cabeza ayuda a mezclar el producto durante la agitación.

### ***3.4.Sellado o cerrado***

El equipo de sellado o cerrado debe proveer de un sello fuerte y hermético el cual debe mantenerse durante el proceso térmico. El vacío en envases de metal o vidrio se recomienda que sea entre 35 – 70 kPa(10-20in-Hg) medido a temperatura ambiente. El vacío es afectado por variables tales como espacio de cabeza, temperatura del producto, aire atrapado y eficiencia del equipo para producir vacío. Algunos productos como los vegetales empacados en envases metálicos, una lectura de vacío mínimo puede ser considerado como punto crítico de control. Para otros productos empacados en envases flexibles o semi rígidos, el vacío influirá en el contenido de aire en el envase, también constituyéndose en un punto crítico de control.

### ***3.5.Sistema de Autoclave:***

El tipo de sistema de autoclave utilizado puede tener una influencia significativa en el aspecto termal sobre los productos procesados. En los resultados del estudio de penetración de calor se debe reportar con referencia al tipo de autoclave y las condiciones existentes durante la prueba.

El tiempo de alza debe ser lo más corto posible y consistente, obteniendo una distribución satisfactoria de calor en el autoclave. Se puede utilizar un autoclave tipo

laboratorio para desarrollar estudios de comportamiento en penetración de calor. Los resultados deben ser conservados tomando en consideración que en autoclaves pequeñas el tiempo de alza es más corto que en autoclaves de producción. Luego de desarrollado el proceso térmico este debe ser confirmado físicamente en un autoclave de producción comercial.

Se pueden utilizar planchas divisoras para separar las filas de envases que se disponen en los canastos que se depositan en el autoclave para el proceso; bandejas para los envases flexibles o semi rígidos para proveer soporte y canales de circulación y asegurar que el espesor máximo del “pouch” no exceda. Se debe prestar especial atención para entender la influencia del diseño de las partes de un sistema específico, en el comportamiento del autoclave así como la transferencia de calor a los envases.

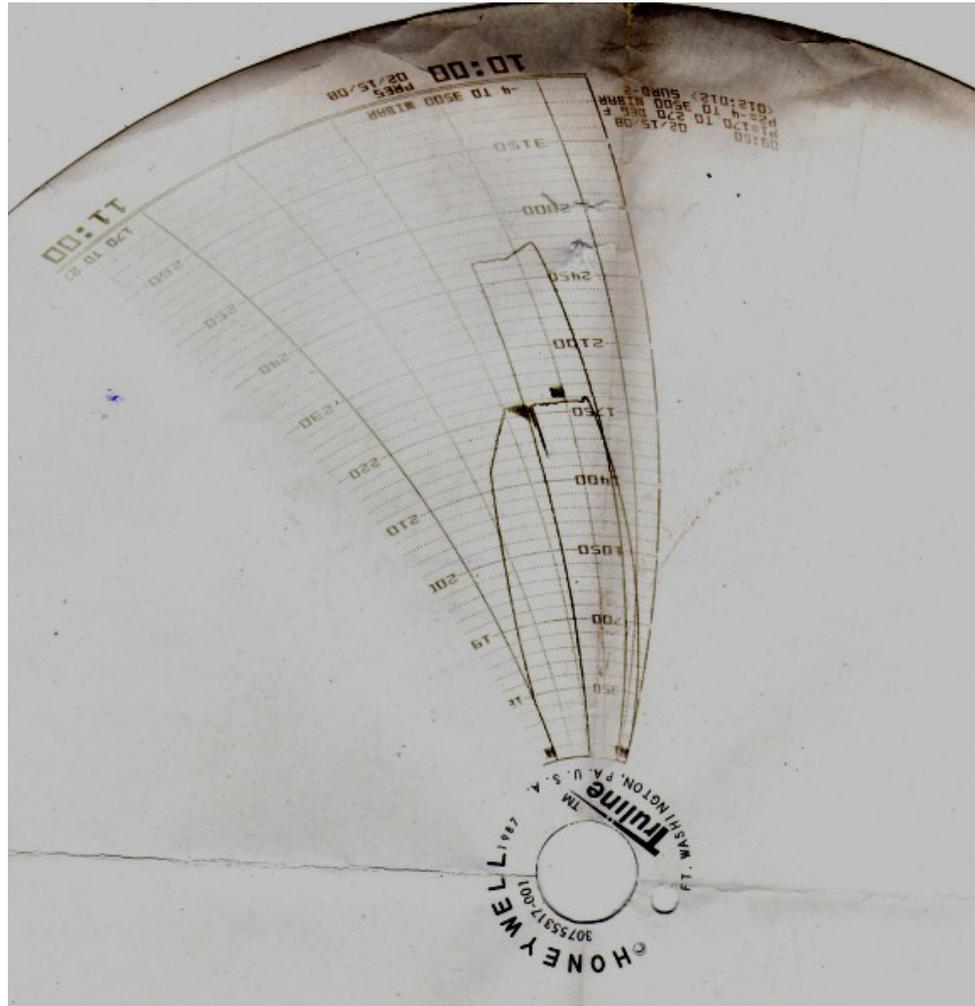
Los sistemas de autoclaves estáticos varían en su operación de acuerdo al tipo de medio de calentamiento (vapor, vapor/aire, inmersión en agua, chorro de agua), su orientación (vertical, horizontal) método de agitación del medio de calentamiento (ventilador, bomba, inyección de aire) y otros factores que puedan influenciar el comportamiento del calor.

Los sistemas de autoclave rotativos (axial, de volteo) están diseñados para rotar u oscilar los canastos durante el proceso. La agitación de los envases puede proporcionar mayor velocidad de penetración de calor al lugar más frío del envase, si se compara con el sistema estático. Sin embargo, si esto sucede con la mayoría de envases de la carga, es probable que para otros de la misma carga no lo sea, por lo que se debe identificar los envases que se calientan más lentos. Esto puede conducir a un estudio detallado de la posición de los envases. Se recomienda, al inicio de la prueba, que los datos sean adquiridos cada 15 segundos particularmente para líquidos viscosos en los cuales el lugar más frío puede moverse con relación a la posición predeterminada de los termopares durante la rotación, dando resultados distorsionados. Los conectores, “Slip Ring”, en este tipo de sistemas, deben estar totalmente limpios y la calibración de los termopares verificados intervalos regulares. Los factores críticos en estas autoclaves incluyen: espacio de cabeza, consistencia del producto, ratio de sólidos a líquidos, temperatura inicial, tamaño de envase, velocidad y ratio de rotación.

Los sistemas de autoclaves continuos pueden mover los envases a través de la cámara de proceso por medio de un conducto espiral ubicado en la circunferencia interior del cuerpo del autoclave horizontal o a través de una cadena en las autoclaves hidrostáticas. La colocación de termopares para obtención de datos en estos sistemas de autoclaves es dificultoso o imposible. Los datos pueden obtenerse mediante unidades de medición de temperatura individuales colocadas dentro de los envases o usando simuladores de proceso.

# ANEXO H

Grafica del termo registrador obtenido del proceso térmico a 117.2°C



## BIBLIOGRAFIA

1. [www.library.thinkquest.org/C005501F/camaron.htm](http://www.library.thinkquest.org/C005501F/camaron.htm)
2. FLEXIBLE RETORT POUCH DEFECTS, Identification and Classification Manual, Canada.
3. Análisis integral Termo-técnico del proceso de esterilización en productos alimenticios, Protal-Fadesa, 1998.
4. TOLEDO ROMERO, Fundamentals of Food Process Engineering. Second Edition.
5. DEL MONTE FOODS STARKIST SEAFOOD, Manual de entrenamiento en procesos térmicos, Noviembre 6-9 de 2006.
6. WATTS B.M., Métodos Sensoriales Básicos para la evaluación de alimentos, Canadá.
7. <http://tumi.lamolina.edu.pe/industrias/texto/mandarina.pdf>
8. Manual Internacional para el Desarrollo Técnico de los Alimentos Enlatados de Baja Acidez (AEBA) y Alimentos Acidificados (AA)
9. [www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)
10. [www.procesadoraaquapac.com](http://www.procesadoraaquapac.com)
11. [www.tecnomaq.com.mx/empaques.html](http://www.tecnomaq.com.mx/empaques.html)
12. [www.monografias.com/trabajos5/envflex/envflex.shtml](http://www.monografias.com/trabajos5/envflex/envflex.shtml)

**NORMA DEL CODEX PARA LOS CAMARONES EN CONSERVA****CODEX STAN 37-1981, Rev. 1-1995****1. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Norma se aplica a los camarones en conserva. No se aplica a productos de especialidad en los que la proporción de camarones sea inferior al 50 por ciento m/m.

**2. DESCRIPCIÓN****2.1 Definición del producto**

Se denomina "camarones en conserva" el producto preparado con cualquier combinación de especies de las familias *Penaeidae*, *Pandalidae*, *Crangonidae* y *Palaemonidae*, peladas y a las que se han quitado la cabeza y las antenas.

**2.2 Definición del proceso**

Los camarones en conserva se presentarán en envases herméticamente cerrados y deberán haber sido objeto de una elaboración suficiente que asegure su esterilidad en el momento de la comercialización.

**2.3 Presentación**

El producto se presentará en una de las formas siguientes:

2.3.1 Camarones pelados: camarones a los cuales se ha quitado la piel y la cabeza conservando el tracto dorsal;

2.3.2 Camarones limpios o sin intestinos: camarones pelados que se han cortado por el lomo y a los que se han quitado el tracto dorsal al menos hasta el último segmento próximo a la cola. El 95 por ciento del contenido de camarón del producto deberá estar constituido por camarones limpios o sin intestinos.

2.3.3 Camarones no enteros: más del 10 por ciento del contenido de camarón se compone de trozos de menos de cuatro segmentos de camarones pelados, con o sin intestinos.

**2.3.4 Otras formas de presentación**

Se permitirá cualquier otra forma de presentación, siempre y cuando:

2.3.4.1 sea suficientemente diferente de otras formas de presentación descritas en esta Norma;

2.3.4.2 cumpla con todos los demás requisitos de la presente Norma; y

2.3.4.3 esté debidamente descrita en la etiqueta de modo que no induzca a error o engaño al consumidor.

**2.3.5 Tamaño**

Los camarones en conserva podrán denominarse según el tamaño, siempre que:

i) se declare en la etiqueta el recuento efectivo; o

ii) dicha denominación se ajuste a las disposiciones del Anexo B.

**3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD****3.1 Camarones**

El producto estará preparado con camarones sanos de las especies enumeradas en la Sección 2.1 de una calidad apta para venderse frescos para el consumo humano.

### 3.2 Otros ingredientes

El medio de envasado y todos los demás ingredientes utilizados serán de calidad alimentaria y se ajustarán a todas las normas del Codex aplicables.

### 3.3 Producto final

Se considerará que los productos cumplen los requisitos de la presente Norma cuando los lotes examinados con arreglo a la Sección 9 se ajusten a las disposiciones establecidas en la Sección 8. Los productos se examinarán aplicando los métodos que se indican en la Sección 7.

## 4. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Sólo está permitido el empleo de los siguientes aditivos:

Aditivos	Dosis máxima en el producto final
----------	-----------------------------------

#### Colores

Podrán añadirse los colores que se indican seguidamente, en las dosis establecidas en la Norma, con objeto de devolver el color perdido durante la elaboración.

102	Tartracina	30 mg/kg de producto final, solos o mezclados
110	Amarillo ocase FCF	
123	Amaranto	
124	Ponceau 4R	

#### Secuestrante

385	Etilendiaminotetracetato cálcico disódico	250 mg/kg
-----	---	-----------

#### Reguladores del pH

330	Ácido cítrico	BPF
338	Ácido ortofosfórico	850 mg/kg

## 5. HIGIENE Y MANIPULACIÓN

5.1 El producto final estará exento de cualquier material extraño que constituya un peligro para la salud humana.

5.2 Cuando se someta a los métodos apropiados de muestreo y examen prescritos por la Comisión del Codex Alimentarius, el producto:

- i) estará exento de microorganismos capaces de desarrollarse en las condiciones normales de almacenamiento;
- ii) no contendrá ninguna otra sustancia, con inclusión de las sustancias derivadas de microorganismos en cantidades que puedan constituir un peligro para la salud, con arreglo a las normas establecidas por la Comisión del Codex Alimentarius; y
- iii) estará contenido en un envase exento de defectos que puedan impedir su cierre hermético.

5.3 Se recomienda que los productos a los que se aplican las disposiciones de la presente Norma se preparen y manipulen en conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997) y los siguientes códigos afines:

- i) el Código Internacional Recomendado de Prácticas para el Pescado en Conserva (CAC/RCP 10-1976);
- ii) el Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para los Alimentos Poco Ácidos y los Alimentos Poco Ácidos Acidificados Envasados (CAC/RCP 23-1979, Rev. 2-1993);
- iii) el Código Internacional Recomendado de Prácticas para los Camarones (CAC/RCP 17-1978);
- iv) las secciones sobre los productos de acuicultura en el Anteproyecto de Código Internacional de Prácticas para Pescados y Productos Pesqueros (en preparación)<sup>1</sup>.

## 6. ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev.1-1991), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

### 6.1 Nombre del alimento

6.1.1 El nombre del producto que se declarará en la etiqueta será "camarones" y podrá ir precedido o seguido del nombre vulgar de la especie, en conformidad con la legislación y la costumbre del país en que se venda el producto y de manera que no induzca a engaño al consumidor.

6.1.2 El nombre del producto incluirá un término que describa su forma de presentación, en conformidad con las disposiciones de las secciones 2.3.1 a 2.3.4.

6.1.3 Si en la etiqueta de los camarones en conserva se indica el tamaño, deberá hacerse en conformidad con las disposiciones de la Sección 2.3.5 y del Anexo B.

6.1.4 En la etiqueta de los camarones no enteros definidos en la Sección 2.3.3 se indicará este particular.

## 7. MUESTREO, EXAMEN Y ANÁLISIS

### 7.1 Muestreo

- i) El muestreo de lotes para el examen del producto final indicado en la Sección 3.3 se efectuará en conformidad con los Planes del Codex Alimentarius FAO/OMS para la toma de muestras de los alimentos preenvasados (NCA - 6.5) (CAC/GL 42-1969, Rev. 1971).
- ii) El muestreo de lotes para la determinación del peso neto y del peso escurrido se realizará en conformidad con un plan apropiado de muestreo que satisfaga los criterios establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

### 7.2 Examen Sensorial y Físico

Las muestras que se tomen para el examen sensorial y físico serán evaluadas por personas especialmente capacitadas para ello, ajustándose a las disposiciones del Anexo A y de las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31-1999).

---

<sup>1</sup> El Anteproyecto de Código de Prácticas, una vez finalizado, reemplazará al actual Código de Prácticas para Pescado y Productos Pesqueros.

### 7.3 Determinación del peso neto

El peso neto de todas las unidades de muestra se determinará mediante el procedimiento que se indica a continuación:

- i) pesar el envase sin abrir;
- ii) abrir el envase y extraer el contenido;
- iii) pesar el envase vacío (con inclusión de la tapa) después de haber eliminado el exceso de líquido y la carne adherida;
- iv) restar el peso del envase vacío del peso del envase sin abrir. El resultado será el contenido neto.

### 7.4 Determinación del peso escurrido

El peso escurrido de todas las unidades de muestra se determinará mediante el procedimiento siguiente:

- i) mantener el envase a una temperatura de 20 °C a 30 °C durante un mínimo de 12 horas previamente al examen;
- ii) abrir el envase y verter el contenido distribuyéndolo en un tamiz circular previamente pesado que tenga una malla de alambre con aperturas cuadradas de 2,8 mm x 2,8 mm;
- iii) inclinar el tamiz con un ángulo de 17° a 20° aproximadamente y dejar escurrir los camarones durante dos minutos a partir del momento en que el producto se haya vertido en el tamiz;
- iv) pesar el tamiz con los camarones escurridos;
- v) determinar el peso de los camarones escurridos restando el peso del tamiz del peso del tamiz con el producto escurrido.

### 7.5 Determinación de la denominación por tamaño

El tamaño, expresado como el número de camarones en 100 g de producto escurrido, se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Número de camarones enteros por unidad}}{\text{Peso escurrido efectivo de la unidad}} \times 100 = \text{número de camarones en 100g}$$

## 8. DEFINICIÓN DE DEFECTOS

Una unidad de muestreo se considerará defectuosa cuando no cumpla con cualquiera de los requisitos para el producto final, a los que hace referencia la Sección 3.3.

### 8.1 Materias extrañas

Cualquier materia presente en la unidad de muestra que no provenga de los camarones, que no constituya un peligro para la salud humana, y se reconozca fácilmente sin una lente de aumento o se detecte mediante cualquier método, incluso mediante el uso de una lente de aumento, que revele el incumplimiento de las buenas prácticas de fabricación e higiene.

### 8.2 Olor y sabor

Una unidad de muestra afectada por olores o sabores objetables persistentes e inconfundibles que sean signo de descomposición o ranciedad.

### 8.3 Textura

- i) Carne excesivamente blanda no característica de las especies que componen el

- producto; o
- ii) carne excesivamente dura no característica de las especies que componen el producto.

#### **8.4 Alteraciones del color**

Una unidad de muestra con claras alteraciones de color negro que afecten a más del 10 por ciento de la superficie de cada camarón en más del 15 por ciento de los camarones que componen la unidad de muestra.

#### **8.5 Materias objetables**

Una unidad de muestra que presente:

- i) uno o más cristales de estruvita de más de 5 mm de longitud.

### **9. ACEPTACIÓN DEL LOTE**

Se considerará que un lote satisface los requisitos de la presente Norma si:

- i) el número total de unidades defectuosas, clasificadas en conformidad con la Sección 8 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en los Planes de toma de muestras para alimentos preenvasados (NCA-6.5) (CAC/GL 42-1969, Rev. 1971);
- ii) el número total de unidades de muestra que no se ajustan a la forma de presentación definida en la Sección 2.3 no es superior al número de aceptación (c) del plan de muestreo apropiado indicado en los Planes para la toma de muestras de los alimentos preenvasados (NCA-6.5) (CAC/GL 42-1969, Rev. 1971);
- iii) el peso neto medio y el peso escurrido medio según corresponda, de todas las unidades de muestra examinadas no son inferiores al peso declarado, siempre que ninguno de los envases tomado por separado presente un déficit de peso excesivo;
- iv) se cumplen los requisitos sobre aditivos alimentarios e higiene y etiquetado de los alimentos de las secciones 4, 5 y 6.

**ANEXO "A": EXAMEN SENSORIAL Y FÍSICO**

1. Completar el examen exterior de la lata para determinar si existen defectos en el envase que afecten a la integridad del mismo o si las bases del envase están abombadas.
2. Abrir la lata y completar la determinación del peso en conformidad con los procedimientos definidos en las secciones 7.3 y 7.4.
3. Extraer con cuidado el producto para comprobar la denominación por tamaño, con arreglo al procedimiento de la Sección 7.5.
4. Examinar el producto para determinar la presencia de alteraciones del color y de materias extrañas u objetables.
5. Evaluar el olor, el sabor y la textura en conformidad con las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31-1999).

**ANEXO "B": DENOMINACIÓN DE LOS CAMARONES EN CONSERVA EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO**

Podrán utilizarse los términos "muy grandes", "gigantes", "grandes", "medianos", "pequeños" y "muy pequeños" siempre que el recuento se ajuste al cuadro siguiente:

**Número de camarones enteros (trozos de más de 4 segmentos) por cada 100 g de producto escurrido**

<b><u>Denominación del tamaño</u></b>	<b><u>Recuento</u></b>
Muy grandes o gigantes	13 o menos
Grandes	14-19
Medianos	20-34
Pequeños	35-65
Muy pequeños	más de 65