



T
664.946
DAQ
p. 2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**“Diseño Del Proceso Para La Industrialización De Los Residuos
Provenientes Del Enlatado De Atún”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS



CIB-ESPOL

Presentada por:
Daniela Daqui Loureiro

GUAYAQUIL – ECUADOR



CIB-ESPOL

Año: 2005

AGRADECIMIENTO



CIB-ESPOL

A Dios por darme fortaleza y constancia y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo especialmente al Ing. Luis Miranda, Director de Tesis, por su motivación y ayuda.

DEDICATORIA



CIB-ESPOL

MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MI ESPOSO
A MI HIJA QUE ESTÁ
POR NACER

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



CIB-ESPOL



Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Luis Miranda S.
DIRECTOR DE TESIS



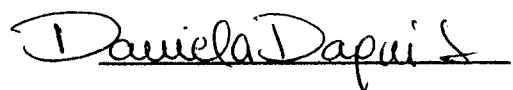
Ing. Karin Coello O.
VOCAL



Ing. Fabiola Comejo Z.
VOCAL

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"

A handwritten signature in black ink, reading "Daniela Daqui Loureiro". The signature is written in a cursive style and is underlined.

Daniela Daqui Loureiro




RESUMEN

La presente tesis, tiene como objetivo diseñar un proceso para industrializar los residuos del enlatado convencional de atún, generados durante las operaciones de limpieza de los lomos, que normalmente se han destinado a la elaboración de subproductos de menor valor, como lo es la fabricación de harina de pescado. Se describe y cuantifica este residuo denominado "desmenuzado"; se determina las formulaciones experimentales que son sometidas al estudio de penetración de calor y a paneles de degustación; se expone los fundamentos teóricos sobre los cuales se diseña el tratamiento térmico, y los métodos teóricos de cálculo, utilizados a partir de los datos recogidos durante la fase experimental tanto a escala de laboratorio como a escala piloto

Luego, se calcula los parámetros de tiempo y temperatura de operación adecuados y el porcentaje de retención de la tiamina, a través de los métodos de Ball y Stumbo. Finalmente, se presenta la caracterización del producto final, el diagrama de flujo del proceso diseñado y las conclusiones a las que se llegaron con sus respectivas recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
	
CIB-ESPOL	
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Origen y cuantificación de los residuos del atún.....	3
1.2 Microbiología del atún.....	6
1.3 Descripción del proceso propuesto.....	7
1.4 Tiempos de Tratamientos.....	10
1.5 Letalidad.....	12
1.6 Método de Ball y Stumbo.....	14
1.7 Degradación de nutrientes.....	18
1.8 Formulaciones experimentales.....	21

CAPÍTULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	27
2.1 Diseño experimental.....	27
2.1.1. Determinación del número de tratamientos.....	27
2.1.2. Alietoriedad de los tratamientos.....	28
2.2 Pruebas experimentales.....	30
2.2.1. Materiales y métodos.....	31
2.3 Estudio de penetración de calor.....	34
2.3.1. Pruebas a escala laboratorio.....	34
2.3.2. Pruebas a escala piloto.....	35
2.4 Evaluación sensorial.....	48



CAPÍTULO 3

3. CALCULOS Y RESULTADOS.....	51
3.1 Cálculo de parámetros de esterilización.....	51
3.2 Cálculo de la degradación de la tiamina.....	56
3.3 Determinación de parámetros de proceso.....	60
3.4 Caracterización del producto final.....	61
3.5 Diagrama de flujo del proceso diseñado.....	62

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
--	----

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA



CIB-ESPOL

ABREVIATURAS

Cl	Cloro
g	Gramos
Kg	Kilogramos
Lb.	Libras
mg	Miligramos
min	Minutos
mm	Milímetros
ppm	Partes por millón
psi	Libras por pulgadas cuadradas
TM	Toneladas métricas



CIB-ESPOL

SIMBOLOGÍA

B	Tiempo de procesamiento de Ball
C	Valor de cocción
CM	Cuadrados medios
D	Tiempo de reducción decimal
f_c	velocidad de enfriamiento
f_h	velocidad de calentamiento
F_o	Letalidad
gl	Grados de libertad
j_h, j_c	Tiempo de inducción térmica
L	Velocidad letal
Log	Logaritmo en base diez
Ln	Logaritmo natural
N	Número final de microorganismos
N_o	Número inicial de microorganismos
SC	Suma de cuadrados
t	Tiempo
t_c	Tiempo de levante o venteo
t_h	Tiempo total de calentamiento
t_p	Tiempo de procesamiento
T°	Temperatura
T_a	Temperatura del medio de calentamiento
T_p	Temperatura del producto
T_{pi}	Temperatura al inicio del proceso de calentamiento
T_{pih}	Temperatura pseudoinicial de calentamiento

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 <i>Katsuwonus pelamis</i> , barrilete	4
Figura 1.2 <i>Thunnus obesus</i> , patudo	4
Figura 1.3 <i>Thunnus albacares</i> , aleta amarilla	4
Figura 1.4 Adaptación de las etapas del proceso propuesto al flujo del proceso convencional.....	10
Figura 1.5 Perfil de temperatura - tiempo característico de un autoclave.....	11
Figura 1.6 Seguimiento de la temperatura de un producto en el centro de una lata durante el procesamiento en autoclave	13
Figura 1.7 Tiempo de venteo del proceso e inicio del tiempo de procesamiento de Ball.....	18
Figura 2.1 Curvas de penetración de calor para tratamientos.....	47
Figura 3.1 Curva de penetración de calor para tratamiento 1.....	53
Figura 3.2 Diagrama de flujo del proceso diseñado.....	63



CIB-ESPOL

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está enfocado al diseño de un proceso con el cual se pueda aprovechar los residuos de lomitos atún en una planta enlatadora.

Estos residuos denominados "flake" o "desmenuzado", son actualmente desechados debido a su elevado nivel de oxidación al ser mantenidos durante prolongados períodos de tiempo en contacto con el medio circundante. Se tiene como objetivo, cuantificar estos residuos y así elaborar un nuevo producto, inocuo y estable en almacén, mediante la aplicación de niveles letales de calor, cuya materia prima es el "desmenuzado", que proviene de las diferentes etapas del proceso convencional de enlatado, y procesarlos con valor agregado para el consumo humano, garantizando una buena calidad nutricional, organoléptica y microbiológica.

Esto se alcanzará mediante la determinación de los parámetros de tiempo y temperatura adecuados, utilizando los métodos teóricos establecidos por Ball y Stumbo, ajustados a la composición y presentación comercial del producto, y calculando el porcentaje de retención de la tiamina en el producto esterilizado, para estimar el factor de degradación nutricional del proceso.

En la parte experimental se tomarán muestras en la planta procesadora bajo las condiciones normales de producción; se determinará la carga



microbiológica inicial, se envasarán en latas de dimensiones 307 x 108, y luego serán esterilizadas en un autoclave vertical de la planta piloto de PROTAL.

Se registrarán los datos obtenidos de los termo registradores, para posteriormente realizar la correspondiente curva de penetración de calor que demuestre la letalidad térmica de los microorganismos presentes.

Finalmente, se selecciona el mejor tratamiento térmico, a través de la validación estadística de pruebas de satisfacción a consumidores potenciales y a la evaluación del grado de degradación nutricional calculado.

Cabe recalcar que el proceso está diseñado acorde a las condiciones de trabajo, capacidad e infraestructura instalada de una empresa que está colaborando con el desarrollo de esta tesis, sin embargo cualquier fábrica podría beneficiarse gracias a un mayor aprovechamiento de la materia prima que procesa, al que le otorgan un valor agregado, utilizando los mismos equipos y recurso humano con los que cuentan en sus producciones actuales, y con ello aumentarían los ingresos para las empresas.



CIB-ESPOL

CAPITULO 1



CIB-ESPOL

1. GENERALIDADES

1.1 Origen y cuantificación de los residuos del atún

La planta en la cual se basó el estudio cuenta con dos líneas de producción: una para enlatado de lomos de atún en diferentes presentaciones y otra para lomos de atún envasados en fundas metálicas flexibles. Toda la producción está destinada a la exportación de un producto tipo "premium", es decir, sólo lomos de atún más conocidos como "tuna chunk", exigida por el particular mercado al que está dirigido: Estados Unidos.

La empresa procesa aproximadamente 180 TM de pescado por día en las siguientes especies: *Katsuwonus pelamis*, *Thunnus albacares*, *Thunnus obesus*, conocidos en español como barrilete, aleta amarilla, y patudo respectivamente.

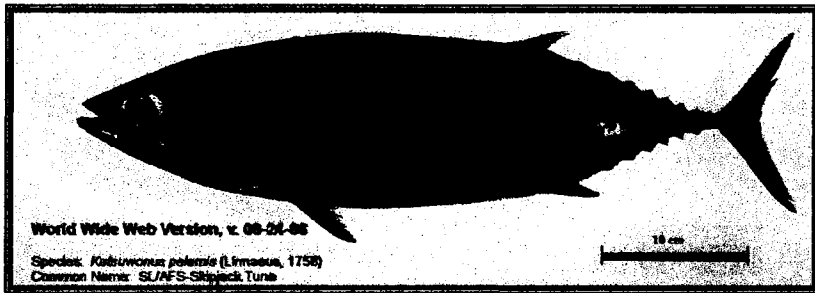


FIGURA 1.1 *Katsuwonus pelamis*, barrilete

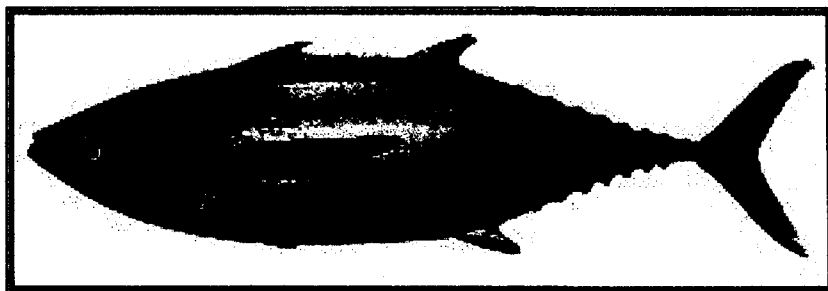


FIGURA 1.2 *Thunnus obesus*, patudo



CIB-ESPOL



FIGURA 1.3 *Thunnus albacares*, aleta amarilla

El rendimiento varía de acuerdo a la especie y a la talla de cada ejemplar, sin embargo, el promedio estimado por la empresa es del 45%. Lo cual quiere decir que 81 TM corresponden a lomos y aproximadamente 99 TM corresponden a vísceras, espinas, piel y cabeza destinadas a la elaboración de harinas de pescado; tejido muscular oscuro denominado como "red meat" que se congela antes

de ser vendidas para la elaboración de alimentos balanceados para animales domésticos

De este 45%, se elimina diariamente una parte considerable en forma de desmenuzado, y que también es el tejido muscular del pescado que proviene de la etapa de limpieza de los lomos que se destinan al proceso convencional de enlatado y de fundas metálicas flexibles, pero con dimensiones muy pequeñas, constituyendo un residuo que puede ser aprovechado, y cuya cantidad es cuantificada en este proyecto a fin de establecer si es suficiente para mantener una producción estable.

Los niveles de histamina permitidos son los mismos que posee el lomo, y no deben exceder los 1,66 mg histamina/100g.

Generalmente, el desmenuzado generado en las operaciones de limpieza de los lomos no debería sobrepasar del 10% del tonelaje procesado en un día de producción, sin embargo, los datos recogidos ilustra que se excede, razón por la cual se decidió aprovecharlo para el proceso que se ha propuesto.



CIB-ESPOL

TABLA 1
TONELADAS MENSUALES PROCESADAS

Turno	TM
I Turno	481.60
II Turno	483.31
Total TM desmenuzado	964.91 (29.07 %)
TM procesadas	3319.42 (100%)



Elaborada por: Daniela Daqui L

CIB-ESPOL

Datos tomados al azar durante treinta días de producción.

1.2 Microbiología del atún

Los microorganismos de importancia en los productos marinos, en los que se incluye el atún, son *C. botulinum* tipo E, y sus esporas, así como los del género *Bacillus*.

Las agencias gubernamentales han establecido regulaciones estrictas y procedimientos para el procesado térmico de alimentos de baja acidez envasados debido a que existe una preocupación generalizada con respecto a la salud pública acerca del *Clostridium botulinum*, un microorganismo anaerobio productor de esporas que produce una toxina mortal para los humanos, aunque se encuentre presente en cantidades muy pequeñas (1).

El problema de un mal tratamiento térmico o una recontaminación posterior a la esterilización, es que el *C. botulinum* tipo E, no es un proteolítico y por tanto no produce olores pútridos que normalmente disuaden a los consumidores de comer productos deteriorados; por ello se recomienda realizar un estudio termobacteriológico, es decir, ensayos de penetración de calor bajo condiciones de funcionamiento comercial que confirmarán la idoneidad del programa de tratamiento en autoclaves.

1.3 Descripción del proceso propuesto

En esta sección primero se enlistan las etapas del proceso convencional con que cuenta una fábrica enlatadora de atún, desde que éste llega a la planta hasta que el envase es etiquetado para su liberación. Las características de cada una de estas etapas se encuentran en el anexo A.

❖ Etapas del proceso convencional:

- Recepción
- Almacenamiento
- Descongelación
- Eviscerado



CIB-ESPOL

- Selección por tamaño
- Precocción
- Enfriamiento
- Humidificación
- Limpieza de lomos
- Cortado y Llenado
- Llenado con el líquido de gobierno
- Sellado
- Codificación
- Esterilización
- Enfriamiento
- Etiquetado



Luego se describen las nuevas etapas del proceso propuesto y que se adaptaría al flujo convencional que tiene la empresa en la etapa de llenado con líquido de gobierno, tal cual se indica con color rojo y negro en la figura 1.4, respectivamente.

❖ **Nuevas etapas del proceso propuesto:**

- **Para ingredientes sólidos.-**

Recepción de vegetales: Se reciben los vegetales, pimiento y ají, en gavetas plásticas perforadas, identificando el proveedor y fecha de recepción.



CTB-ESPOL

Selección y clasificación: Se selecciona en base al grado de madurez, donde la cáscara de ambos vegetales deberán presentarse lisas, brillantes, sin magulladuras, podredumbres, o lesiones físicas que indiquen deterioro.

Lavado: Las gavetas conteniendo los vegetales pasarán a una tina de lavado que contiene agua clorada con 3 ppm. de cloro, y serán transferidas a gavetas de otro color para indicar que ya están listas para ser procesadas.

Cortado: Cada vegetal será desprovisto de su pedúnculo, semillas, para ser cortado en forma de cuadrados de dimensiones menores a 5mm x 5mm. Este trabajo será realizado manualmente por personal entrenado.

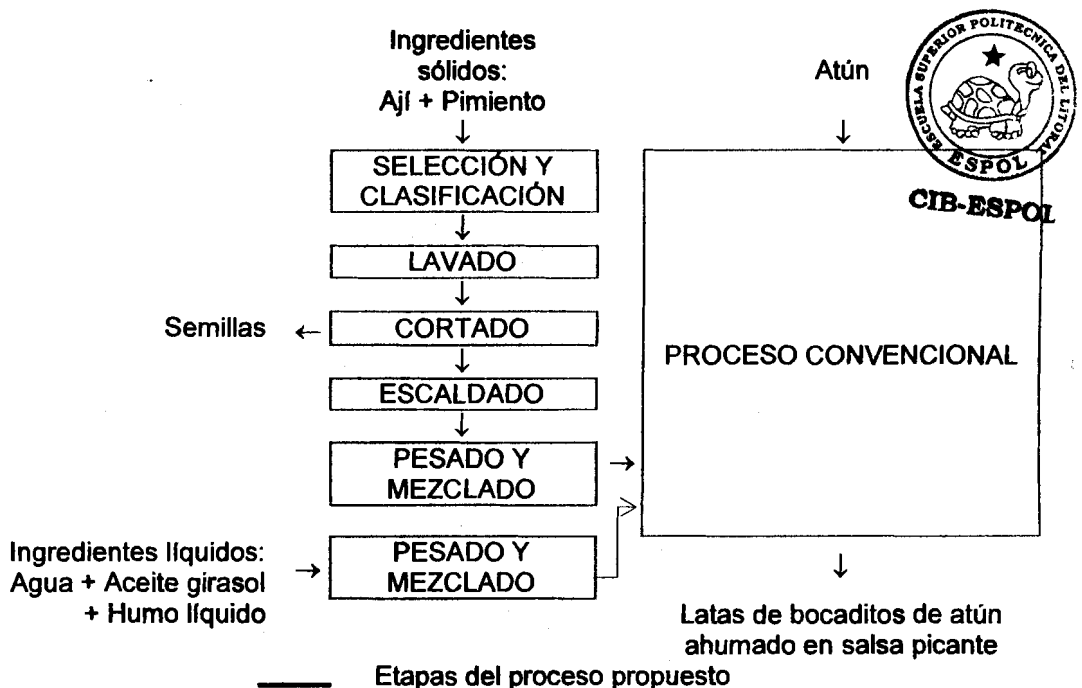
Escaldado: En virtud de las pocas cantidades que serán necesarias para cada batch, cada lote de vegetales será escaldado con agua a 212 °F por 1.5 minutos en una pequeña marmita enchaquetada, pudiendo utilizarse el agua caliente para varios lotes.

Pesado y mezclado: Una vez que los vegetales se encuentren a temperatura ambiente, serán pesados por separado según la

formulación establecida, para ser mezclados en la marmita y ser llevados a la zona de llenado de latas.

- **Para ingredientes líquidos:**

Pesado y Mezclado: El agua a ser utilizada para cada batch será pesada para ser conducida por tuberías al tanque dosificador de líquido de gobierno. De igual modo, utilizando un balance materia, se pesará la cantidad de humo líquido a utilizar para ser dosificado directamente en el agua previamente pesada, y serán mezcladas por un agitador a temperatura ambiente, mientras que el aceite que estará almacenado en otro tanque dosificador.



**FIGURA 1.4 ADAPTACIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROCESO
PROPUESTO AL FLUJO DEL PROCESO ACTUAL**

1.4 Tiempos de tratamiento

Cuando se procesan alimentos, se obtiene un perfil típico de temperatura de la cámara de la autoclave, tal como se muestra en la figura 1.5

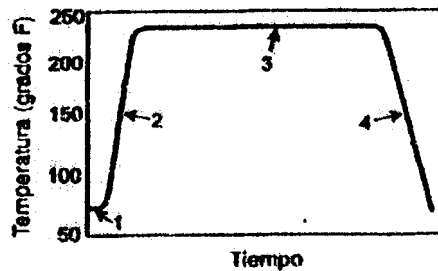


FIGURA 1.5 PERFIL DE TEMPERATURA – TIEMPO CARACTERÍSTICO DE UN AUTOCLAVE

1. Cuando el alimento se acaba de cargar, la cámara del autoclave se halla aproximadamente a la temperatura ambiente.
2. Cuando se introduce vapor o agua caliente, la temperatura de la cámara aumenta rápidamente para alcanzar el valor fijado. El tiempo que se requiere para alcanzar la temperatura de procesamiento se llama **tiempo de venteo**.
3. La cámara se mantiene a esta temperatura durante el período necesario. El tiempo que se sostiene esta temperatura se

conoce como **tiempo de calentamiento**. A la suma del tiempo de venteo y el tiempo de calentamiento se le denomina **tiempo de procesamiento**.

4. Cuando el agua fría reemplaza al vapor, la temperatura disminuye. El tiempo que se requiere para alcanzar aproximadamente la temperatura ambiente se conoce como **tiempo de enfriamiento**. A causa de la resistencia térmica y la capacidad calorífica del alimento y el recipiente, la temperatura del alimento cambia más lentamente que la cámara del autoclave. En particular, un punto cerca del centro del recipiente es el que cambia con más lentitud.

El gráfico 1.6 muestra la historia típica de la temperatura en el centro de una lata durante el proceso en el autoclave.

Las temperaturas y los tiempos de tratamiento en autoclave dependen del tamaño y el peso del envase, de la temperatura de llenado y de la forma de presentación del producto, mientras que la velocidad de penetración de calor en un alimento durante la esterilización depende de los siguientes factores:



- a. Tamaño y forma del envase
- b. Naturaleza del envase
- c. Gradientes de temperatura
- d. Características y Naturaleza del producto
- e. Agitación del envase
- f. Relación sólido / líquido
- g. Espacio de cabeza

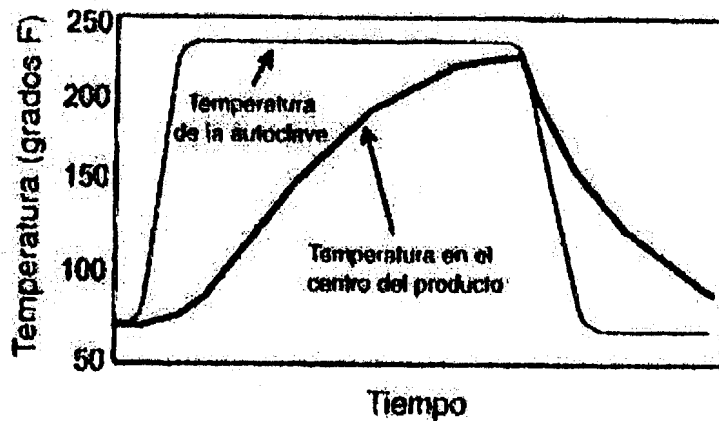


FIGURA 1.6 SEGUIMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL PRODUCTO EN EL CENTRO DE UNA LATA DURANTE EL PROCESAMIENTO EN AUTOCLAVE

1.5 Letalidad

El término letalidad se refiere a la inactivación de cualquier microorganismo que se encuentre en un determinado medio, y que

sea tratado térmicamente a cierta temperatura fija, donde la velocidad de destrucción sigue una cinética de primer orden:

$$\ln \frac{N_0}{N} = k \theta$$

ecuación que puede integrarse con la condición límite que para el tiempo inicial existen N_0 microorganismos, obteniéndose el valor D , o **tiempo de reducción decimal**, que es el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana a una determinada temperatura .

$$t / D_0 = \text{Log} (N_0/N)$$



CIB-ESPOL

La experiencia ha demostrado que un tratamiento equivalente a doce reducciones decimales (12D) en la población de esporas de *C. botulinum* es suficiente para garantizar la inocuidad. Suponiendo una carga inicial de una espora por gramo de producto, con un tratamiento de ese tipo, la probabilidad de que sobrevivan esporas de *C. botulinum* es de una en un billón (2).

El **valor z** mide la variación de la velocidad de destrucción térmica con la temperatura, y representa la elevación de temperatura necesaria para reducir el tiempo de tratamiento a la décima parte, en su caso

D_0 . Para las esporas del *C. botulinum* se ha tabulado un valor $z = 18$ °F.

El valor z se utiliza para calcular la **velocidad letal** L , que convierte el tiempo real de calentamiento de un proceso a una temperatura de referencia especificada T_0 , en uno equivalente a otra temperatura.

$$L = 10^{(T-T_0)/z}$$

La **letalidad** F_0 , es el tiempo a la temperatura de referencia, por lo general 250° F, en que se alcanza la misma destrucción de *C. botulinum* que la del proceso que se estudia.

$$F_0 = F_T 10^{(T-T_0)/z}$$

Esta letalidad F_0 de un proceso se calcula utilizando algunos métodos, tales como:

- Método General o de Bigelow, cuya resolución emplea métodos numéricos: regla trapezoidal, regla de Simpson, método de Patashnik; y métodos gráficos como: cuenta de cuadrados, por pesada, planímetro polar.
- Método de la fórmula, constituidos por: fórmula de Ball, fórmula de Stumbo, fórmula de Hayakawa.

Cuando el mecanismo de transferencia de calor es dominado por la conducción, no existe movimiento del producto en el interior del envase. Durante cualquiera de los procesos de enfriamiento o calentamiento existirá un gradiente de temperatura desde la pared al centro del envase, que es considerado el punto de menor calentamiento, aunque no es necesariamente el punto de menor letalidad a lo largo de la sección transversal de la lata.

Sin embargo, el punto de menor letalidad en el envase es función de la geometría del mismo y de las condiciones del proceso.



1.6 Método de Ball y Stumbo

C.O. Ball, propuso un método de fórmula que permite la extrapolación del tiempo de proceso de la lectura de un termopar una vez que los datos de tiempo y temperatura hayan sido obtenidos por una medición directa, y así calcular la letalidad en una nueva situación utilizando los valores de f y j obtenidos experimentalmente para un producto particular.

Este implica utilizar la misma serie de valores f y j , los cuales pueden utilizarse con distintas temperaturas iniciales y temperaturas del medio de calentamiento sin necesidad de experimentación adicional.

Además, se cuenta con las fórmulas para convertir valores f a fin de que se ajusten a diferentes tamaños de lata.

Ball propuso la siguiente simplificación: la curva de temperatura del autoclave empieza a ascender desde el tiempo cero hasta el tiempo en que se alcanza la temperatura de procesamiento, como se representa en la figura 1.7A durante este tiempo t de venteo, la velocidad letal está cambiando constantemente.

Ball propuso reemplazar esta curva por otra que permanece a la temperatura inicial durante 58 % del tiempo de levante, luego cambia instantáneamente a la temperatura de procesamiento total, como se indica en la figura 1.7B

En una curva típica de penetración de calor, se grafica la diferencia de temperatura contra tiempo en papel semi logarítmico, se puede apreciar el comienzo del tiempo de procesamiento de Ball y el punto de intersección aparente de Ball.

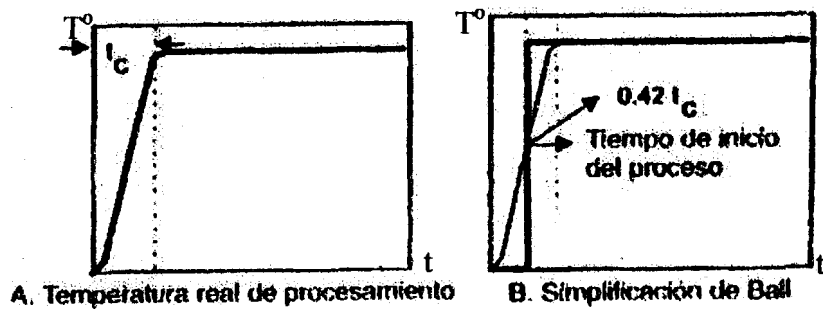


FIGURA 1.7 TIEMPO DE VENTEO DEL PROCESO E INICIO DEL TIEMPO DE PROCESAMIENTO DE BALL

Para mayor comprensión se definen los siguientes términos:

T_p = temperatura del producto

T_a = temperatura del medio de calentamiento

T_{pih} = temperatura pseudoinicial de calentamiento

T_{pi} = temperatura al inicio del proceso de calentamiento.

t = tiempo

t_c = tiempo de levante o venteo

t_p = tiempo de procesamiento

t_h = tiempo total de calentamiento = $t_c + t_p$

B = tiempo de *procesamiento de Ball* = $0.42 t_c + t_p$

f_h = velocidad de calentamiento, igual a la pendiente de la parte lineal

de la curva logarítmica de temperatura frente al tiempo y se define como el tiempo en minutos que se requiere para que la curva de penetración de calor atraviese un ciclo logarítmico.



f_c = velocidad de enfriamiento

j_h, j_c = tiempo de inducción térmica (inducción de calentamiento o enfriamiento)

$$j_h = T_a - T_{pih} / T_a - T_{pi}$$

La ecuación que rige tanto el proceso de calentamiento y enfriamiento se puede escribir como:

$$\text{Log}(T_a - T_p) = - (t / f_h) + \text{log}(T_a - T_{pih})$$

Teóricamente T_p nunca alcanzará el valor de T_a , por tanto esta diferencia finita de temperatura al final del proceso de calentamiento se define como g , y al tiempo de procesado como B ; si $T_a - T_{pih} = l_h$ la ecuación se puede reescribir:

$$B = - f_h \text{log}(j_h l_h / g)$$

Para el cálculo de un proceso por este método son hechas las siguientes suposiciones:

- I. $j_c = 1.41(3)$
- II. $f_c = f_h$
- III. $T_r - T_w = m+g = 180^\circ\text{F}$ (vapor) o 130°F (agua)
- IV. 42% de corrección para el CUT (Come Up Time) en el cálculo del valor de j_h .
- V. No hay más calentamiento de producto una vez que el enfriamiento inicia.



CIB-ESPOL

VI. Temperatura del autoclave constante.

Se define un parámetro U que es el tiempo requerido para que a la temperatura del dispositivo de tratamiento se lleve a cabo la misma cantidad de destrucción microbiana, equivalente al valor F del proceso.

$$U = F_{250} * F_a = F_{250} * 10^{T_{250}-T_a/z}$$

En la que F_a es el tiempo a la temperatura T_a equivalente a un minuto a 250°F (Stumbo et al., 1983).

Stumbo y Longley (1966) sugirieron la incorporación de otro parámetro f_H/U , y se han publicado tablas de este parámetro en función de g para diferentes valores de z (Stumbo et al., 1983). Para obtener estas tablas, Stumbo tomó datos de diferentes puntos del envase para tener distintos valores de j_c .

Estas tablas suponen que la transmisión de calor es sólo 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.

1.7 Degradación de nutrientes

El procesado térmico no sólo incide sobre los microorganismos presentes en el alimento, sino que afecta la calidad general del mismo, por lo que se utiliza un valor de cocinado C, que es un concepto parecido a la letalidad, pero aplicado a la degradación sensorial.

Para este valor se toma como temperatura de referencia 100°C, con valores z típicos que se encuentran en el intervalo de 20 a 40 °C.

$$C = C_{100} * 10^{100-T/z}$$

Durante la esterilización, así como en las regiones cercanas a la superficie de la lata no quedan microorganismos, también se produce una reducción substancial de los nutrientes en las mismas regiones.

La degradación del factor de calidad puede ser determinada imaginando que la lata está conformada por capas cilíndricas incrementales, y calculando la temperatura en cada capa a medida que se incrementa el tiempo, determinando el grado de la degradación de cada una de ellas.

Al final del proceso, la concentración residual es calculada por integración de la concentración residual en cada capa cilíndrica.

Stumbo (1973) derivó una ecuación

$$\bar{F} = F - D \text{ Log } \{(D+10,92(F_v - F))/D\}$$



CIB-ESPOL

para integrar la concentración residual de los nutrientes basados en las siguientes observaciones en los perfiles de temperatura para la transferencia de calor por conducción en cilindros.

1. En un envase, una isoterma existe donde el valor de j en ese punto, designado como j_v , es la mitad del valor j en el centro del envase ($j_v = 0.5 j$). El valor g en ese punto en cualquier momento, designado como g_v , es la mitad del valor g en el centro ($g_v = 0.5 g$) y el volumen encerrado por esa isoterma corresponde al 19% del volumen total del envase.
2. Si v es el volumen encerrado por la isoterma y si el valor F en la isoterma, y en el punto crítico es F_v y F , respectivamente, entonces la diferencia $F_v - F$ es proporcional a $\ln(1-v)$.

De manera análoga al valor N/N_0 para la letalidad, se tiene que

$$C/C_0 = - (F / D),$$

donde C/C_0 representa la retención del nutriente en estudio.

Para el producto en desarrollo, se procederá a calcular el porcentaje de retención de la vitamina B₁ posterior al proceso de esterilización. También conocida como tiamina, generalmente se pierde durante la cocción en forma variable, dependiendo del tiempo de cocción, pH, temperatura, cantidad de agua utilizada y desechada y de la cantidad de cloro presente en el agua, sin embargo, la congelación no tiene efecto sobre el contenido de tiamina en los alimentos.

Su absorción en el organismo puede inhibirse por el consumo de alcohol y por carencia de folato, que interfiere con la duplicación de los enterocitos, pero a su vez puede ser sintetizada por microorganismos en el intestino del hombre en cantidades muy pequeñas.

Las funciones de la tiamina, su deficiencia y las fuentes alimenticias de ésta, puede encontrarse en el anexo B.

Según la Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y el Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional (ICNND) de 1975, el contenido total de tiamina en el atún enlatado importado de EEUU, en aceite 0.04 mg./100 g. porción comestible.

**CIB-ESPOL**

1.8 Formulaciones experimentales

Las diferentes combinaciones de las materias primas se basaron en las presentaciones de atún enlatado que ya existe en el mercado en envases de dimensión 307 x 108, cuyo peso neto es 173 g.

Para llegar a la formulación estándar del producto "Bocaditos de atún en ligera salsa picante" se trabajaron paso a paso con cada uno de los ingredientes: desmenuzado de atún, aceite de girasol, agua, humo líquido, pimienta y ají, para mejorar el sabor que presenta el residuo en forma natural.

Las características generales de cada materia prima utilizada en la formulación, a excepción del desmenuzado, se encuentra en el anexo C, por lo que en esta sección solo se presentará la forma en que se llegó a la caracterización del producto propuesto.

La pastilla representa el 46.2% del peso de la lata, y el 53.8 % líquido de gobierno y otros.

Líquido de gobierno.- se realizaron varias combinaciones agua: aceite de girasol, manteniendo constante el humo líquido para ver en cual es más estable.

TABLA 2
PORCENTAJE DE AGUA Y ACEITE DE GIRASOL EN LÍQUIDO DE
GOBIERNO

COMBINACIONES	% AGUA	% ACEITE DE GIRASOL
1	50	50
2	40	60
3	60	40

Elaborado por: Daniela Daqui L.

Se observó que el humo líquido se disuelve mejor en agua, a temperatura ambiente (84 °F) y sin agitarlo eligiéndose la opción 3 como la más conveniente.

Ají y Pimiento.- se determinó que la mejor presentación al abrir la lata, era aquella cuyo peso total de la mezcla ají - pimiento, era de 6.46 g aproximadamente, cortados en forma cuadrada con dimensiones menores a 5 mm x 5 mm, previamente escaladas a 212°F por 1,5 minutos para evitar pardeamiento enzimático.

TABLA 3
PORCENTAJE DE AJI Y PIMIENTO

COMBINACIONES	% AJI	% PIMIENTO
1	50	50
2	40	60
3	60	40
4	46	54



CIB-ESPOL

Elaborado por: Daniela Daqui L.

Experimentalmente los rendimientos aproximados de estos vegetales, luego de despojarlos de semillas y pedúnculo fueron: ají 82,6% y pimiento 86,8% de porción comestible.

Se seleccionó la cuarta opción en virtud de la coloración y presentación, ya que el sabor picante otorgado por el ají debe ser lo más ligero posible.

Humo líquido.- en vista de que este saborizante es concentrado, el nivel de inclusión recomendado varía entre 0.05 y 0.5%, por lo tanto, la concentración a usar quedarán como variable a ser determinada de manera estadística por un panel de posibles consumidores quienes escogerán entre 0.1 % y 0.3 %, y cuyos resultados se presentan en el siguiente capítulo.

CAPITULO 2

2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

2.1 Diseño Experimental

2.1.1 Determinación del número de Tratamientos

El objetivo de aplicar el diseño de experimentos es estimar el grado de variación en las características organolépticas producido por dos variables de proceso: temperatura de retención y porcentaje de saborizante, factores que se cree afectan el sabor del producto.

- El factor temperatura empleó tres niveles: 230°F, 240°F y 245°F.
- El factor porcentaje de saborizante empleó 2 niveles: 0.1% y 0.3%

Por lo tanto, el número de tratamientos realizados fue: $3 * 2 = 6$

- 1) Latas a 230 °F con 0.1% de humo líquido.
- 2) Latas a 230 °F con 0.3% de humo líquido.
- 3) Latas a 240 °F con 0.1% de humo líquido.
- 4) Latas a 240 °F con 0.3% de humo líquido.
- 5) Latas a 245 °F con 0.1% de humo líquido.
- 6) Latas a 245 °F con 0.3% de humo líquido.

Es decir que cada tratamiento fue sometido a un estudio de penetración de calor y se calculó el porcentaje de retención de la tiamina en cada uno de los tratamientos. Estos cálculos son presentados con detalle en el capítulo 3.

Adicionalmente se midió el grado de acogida de este producto a través de la evaluación de un panel de degustación.

2.1.2 Aleatoriedad de los tratamientos

Se empleó la opción "generación de números aleatorios" en la herramienta análisis de datos del programa Excell para diseñar el orden aleatorio en el que se efectuarían los tratamientos y el

orden en el que serían evaluados por el panel de degustación.

Los juegos de resultados se exponen en la siguiente tabla:

TABLA 4
ORDEN ALEATORIO PARA EJECUTAR PRUEBAS
EXPERIMENTALES

Pruebas a escala laboratorio	Pruebas a escala Piloto	Panel de degustación
5	2	6
1	4	2
2	6	4
6	5	1
3	3	5
4	1	3

Donde las características de cada tratamiento son las siguientes:

TABLA 5
CARACTERÍSTICAS DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	Temperatura (°F)	Saborizante %
1	230	0.1%
2	230	0.3%
3	240	0.1%
4	240	0.3%
5	245	0.1%
6	245	0.3%





CIB-ESPOL

2.2 Pruebas Experimentales

Se hicieron pruebas a diferentes escalas: laboratorio y planta piloto. En cada nivel de escala un termo registrador transforma la diferencia de voltaje a causa de las distintas temperaturas entre los extremos del alambre de la termocupla, y la muestra en grados Fahrenheit.

Se registró en intervalos de un minuto, el incremento de temperatura en el venteo, su mantenimiento, y el descenso durante el enfriamiento.

Luego se realizó curvas de penetración de calor (T° vs t) para aplicar la fórmula de Ball y obtener los valores de T_{pi} , T_{pih} , j_c , y así determinar los tiempos de proceso.

Primero se corrieron latas conteniendo únicamente agua, a fin de calibrar los equipos y verificar su correcto funcionamiento.

Además, muestras antes y después del tratamiento térmico se analizaron microbiológicamente, y se determinó su contenido de histamina. Los resultados de estos análisis se muestran en el anexo D.

2.2.1 Materiales y Métodos

▪ Escala Laboratorio

Descripción de materiales y equipos utilizados

20 Latas 307 x 108

Máquina perforadora de latas

Termómetro de mercurio

Termocuplas (2)

Termo registrador

Autoclave pequeño de laboratorio

Cocina a gas



CIB-ESPOL

Procedimiento

Se emplearon 20 latas en cada corrida y se adaptó una termocupla en el interior de la lata y otra en el interior del autoclave pequeño. Los cables pasaron a través de orificio en la superficie de la tapa y fueron conectados al termo registrador.

▪ Escala Planta Piloto

Descripción de materiales y equipos utilizados

200 Latas 307 x 108

Máquina perforadora de latas

Termómetro de mercurio

4 termocuplas

Termo registrador

Autoclave, capacidad 300 latas

Caldero a diesel

Procedimiento

Se emplearon 200 latas en cada corrida y se adaptó una termocupla en el interior de la lata y otras 3 en el interior del autoclave, que ingresaron en la base del equipo a través de una purga de condensado desde el termo registrador.

Los cables pasaron a través de orificio en la superficie de la tapa y fueron conectados al termo registrador.

Debido al tamaño del autoclave, primero se determinó el punto más frío del equipo.

Consideraciones

- a. El producto fue preparado y envasado en la planta bajo condiciones normales de operación.

- b. Una vez selladas fueron llevadas a la planta piloto de PROTAL, ubicada en el Campus Gustavo Galindo donde fueron tratados térmicamente.
- c. Los análisis microbiológicos se realizaron en el laboratorio de la FIMCP, bajo las normas establecidas.
- d. Los análisis de histamina se realizaron en el laboratorio de la planta bajo la norma establecida.
- e. Las pruebas de estabilidad colocando las latas por 15 días a 131°F en una estufa, y posteriormente se proceden a realizar los análisis ya mencionados.

Características de las termocuplas.

- Las termocuplas empleadas fueron de dos tipos:
 - a. Una adaptada a la lata consta de aguja, cuerpo y cable de cobre – constantan
 - b. Tres cilíndricas con aguja, cuerpo y cable de hasta 2 metros cada una, colocadas en el interior del autoclave.

- Registraron una diferencia de 12,6 °F con respecto a la lectura de un termómetro de mercurio.
- Estaban unidas a un termo registrador de hasta 10 canales.

En el anexo E se pueden apreciar fotos tomadas durante las pruebas experimentales.

2.3 Estudio de Penetración de Calor

Se realizó este estudio de penetración de calor como parte del diseño del proceso térmico necesario para que el producto propuesto alcance la esterilidad comercial, recolectando los valores de temperatura del producto, que posteriormente se registraron en papel semi logarítmico versus el tiempo, para así obtener datos necesario para el cálculo del tiempo de proceso.

2.3.1 Pruebas a escala laboratorio



El objetivo de realizar la experimentación a escala laboratorio, fue verificar el funcionamiento del equipo, de las termocuplas, conocer errores en el funcionamiento del termo registrador, entre otros. Es por ello que los datos de esta escala no fueron

considerados para los cálculos de los parámetros de esterilización ya que tuvieron que ser corregidos.

El orden aleatorio que se utilizó para experimentar cada tratamiento fue:5,1,2,6,3,4, que ya se indicó anteriormente.

2.3.2 Pruebas a escala piloto

El formato utilizado para registrar los datos de temperatura se encuentra en el anexo F. Dado que la temperatura del producto variaba debido a que las termocuplas estaban distribuidas de manera aleatoria dentro del equipo, los datos presentados equivalen a los promedios de las temperaturas de las termocuplas y no a la temperatura del punto mas frío del autoclave.

Además cada uno de los tratamientos se realizaron de manera aleatoria, tal cual lo establece el punto 2.1.2, aunque los datos se los presente ordenados para su mejor comprensión.

A continuación se presenta los datos recogidos de cada tratamiento durante la etapa de venteo y mantenimiento,

mientras que los datos de la etapa de enfriamiento se encuentran adjuntos en el anexo G.

TABLA 6

PRUEBA A ESCALA PILOTO DEL TRATAMIENTO 1

Concentración humo liquido:	0,1%
Temperatura inicial:	78 °F
Temperatura objetivo:	230 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
0	78	
1	80	
2	81	
3	82	
4	84	
5	89	
6	91	
7	99	
9	106	
10	109	
11	117	
12	119	
13	126	
14	131	
15	137	
16	141	0
17	149	0,1
18	154	0,2
19	161	0,4
20	165	0,5
21	173	0,5
22	177	0,6
23	184	0,8
24	188	1

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR	Presión Manométrica
	Temperatura promedio (°F)	psi
25	195	1,5
26	198	2,2
27	206	3,1
28	209	4,6
29	214	5,5
30	217	6,3
31	222	7
32	225	8,2
33	227	9
34	229	9
35	230	9
47	230	9
48	229	9
49	229	9
50	230	9
53	230	9
54	231	9
55	230	9
61	230	9
62	231	9
63	230	9
72	230	9
73	229	9
74	230	9
75	230	9
76	231	9
77	230	9
78	230	9
79	213	0



CIB-ESPOL

TABLA 7

PRUEBA A ESCALA PILOTO DEL TRATAMIENTO 2

Concentración humo líquido:	0,3%
Temperatura inicial:	78 °F
Temperatura objetivo:	230 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
0	78	
1	80	
2	81	
3	82	
4	84	
5	89	
6	91	
7	99	
8	99	
9	106	
10	109	
11	117	
12	119	
13	126	
14	131	
15	137	
16	141	0
17	149	0,1
18	154	0,2
19	161	0,4
20	165	0,5
21	173	0,5
22	177	0,6
23	184	0,8
24	188	1
25	195	1,5
26	198	2,2
26	198	2,2
27	206	3,1

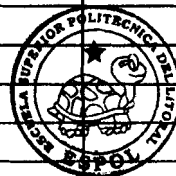
Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
28	209	4,6
29	214	5,5
30	217	6,3
31	222	7
34	229	8,2
35	230	9
47	230	9
48	229	9
49	229	9
50	230	9
52	230	9
53	231	9
54	231	9
55	230	9
61	230	9
62	231	9
63	230	9
64	230	9
65	230	9
66	229	9
67	230	9
72	230	9
73	229	9
74	230	9
75	230	9
76	231	9
77	230	9
78	230	9
79	215	0

TABLA 8

PRUEBA A ESCALA PILOTO DEL TRATAMIENTO 3

Concentración humo liquido:	0,1%
Temperatura inicial:	79 °F
Temperatura objetivo:	240 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
0	79	
1	79	
2	80	
3	81	
4	85	
5	88	
6	92	
7	98	
8	100	
9	105	
10	110	
11	116	
12	120	
13	125	
14	132	
15	136	
16	142	0
17	148	0,1
18	155	0,2
19	160	0,4
20	166	0,5
21	172	0,5
22	178	0,6
23	183	0,8
24	189	1
25	194	1,5
26	199	2,2
27	205	3,1
28	210	4,6
29	213	5,5



CIB-ESTPOL

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
30	218	6,3
30	218	6,3
31	223	7
32	224	8,2
33	228	9
34	230	10,4
35	232	12
36	233	12
37	234	12
38	236	12
39	239	12
40	240	12
41	240	12
42	240	12
43	240	12
44	240	12
45	239	12
46	240	12
47	240	12
48	241	12
49	241	12
50	219	0

TABLA 9

PRUEBA A ESCALA PILOTO DEL TRATAMIENTO 4

Concentración humo líquido:	0,3%
Temperatura inicial:	81 °F
Temperatura objetivo:	240 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
0	81	
1	81	
2	82	
3	84	
4	86	
5	87	
6	93	
7	96	
8	102	
9	107	
10	112	
11	116	
12	122	
13	125	
14	129	
15	134	
16	121	0
17	146	0,1
18	153	0,2
19	158	0,4
20	164	0,5
21	169	0,5
22	178	0,6
23	184	0,8
24	191	1
25	196	1,5
26	201	2,2
27	207	3,1
28	211	4,6
29	215	5,5



EIB-ESPOL

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
30	219	6,3
31	222	7
32	226	8,2
33	229	9
34	232	10,4
35	230	12
36	231	12
37	234	12
38	239	12
39	239	12
40	240	12
41	240	12
42	240	12
43	240	12
44	240	12
45	239	12
46	240	12
47	240	12
48	240	12
49	240	12
50	221	0

TABLA 10

PRUEBA A ESCALA PILOTO DEL TRATAMIENTO 5

Concentración humo líquido:

0,1%

Temperatura inicial:

78 °F

Temperatura objetivo:

245 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
0	78	
1	80	
2	81	
3	82	

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
4	86	
5	89	
6	93	
7	99	
8	101	
9	106	
10	111	
11	117	
12	121	
13	126	
14	133	
15	137	
16	143	0
17	149	0,1
18	156	0,2
19	161	0,4
20	167	0,5
21	173	0,5
22	178	0,6
23	184	0,8
24	190	1
25	195	1,5
26	200	2,2
27	206	3,1
28	211	4,6
29	214	5,5
30	219	6,3
31	224	7
32	225	8,2
33	229	9
34	231	10,4
35	233	12
36	234	13,5
37	235	14
38	237	14,2
39	240	14,5
40	244	15

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
41	244	15
42	244	15
43	245	15
44	245	15
45	245	15

TABLA 11

PRUEBA A ESCALA PILOTO DEL TRATAMIENTO 6

Concentración humo liquido:	0,3%
Temperatura inicial:	80 °F
Temperatura objetivo:	245 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
0	80	
1	81	
2	82	
3	83	
4	84	
5	86	
6	91	
7	95	
8	99	
9	103	
10	109	
11	115	
12	119	
13	124	
14	132	
15	137	
16	142	0
17	146	0,1
18	152	0,2
19	159	0,4



CIB-ESPOL

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
20	165	0,5
21	171	0,5
22	178	0,6
23	184	0,8
24	192	1
25	195	1,5
26	199	2,2
27	207	3,1
28	211	4,6
29	215	5,5
30	219	6,3
31	222	7
32	224	8,2
33	227	9
34	230	10,4
35	232	12
36	234	13,5
37	237	14
38	239	14,2
39	240	14,5
40	242	15
41	244	15
42	244	15
43	245	15
44	245	15
45	245	15
46	229	0

A partir de estos datos, se realizaron las curvas de penetración de calor que son utilizadas en el siguiente capítulo para obtener los valores f_h , y T_{pih} , necesarios para los cálculos. La interpretación de este tipo de gráficos se encuentra detallada en el anexo H.

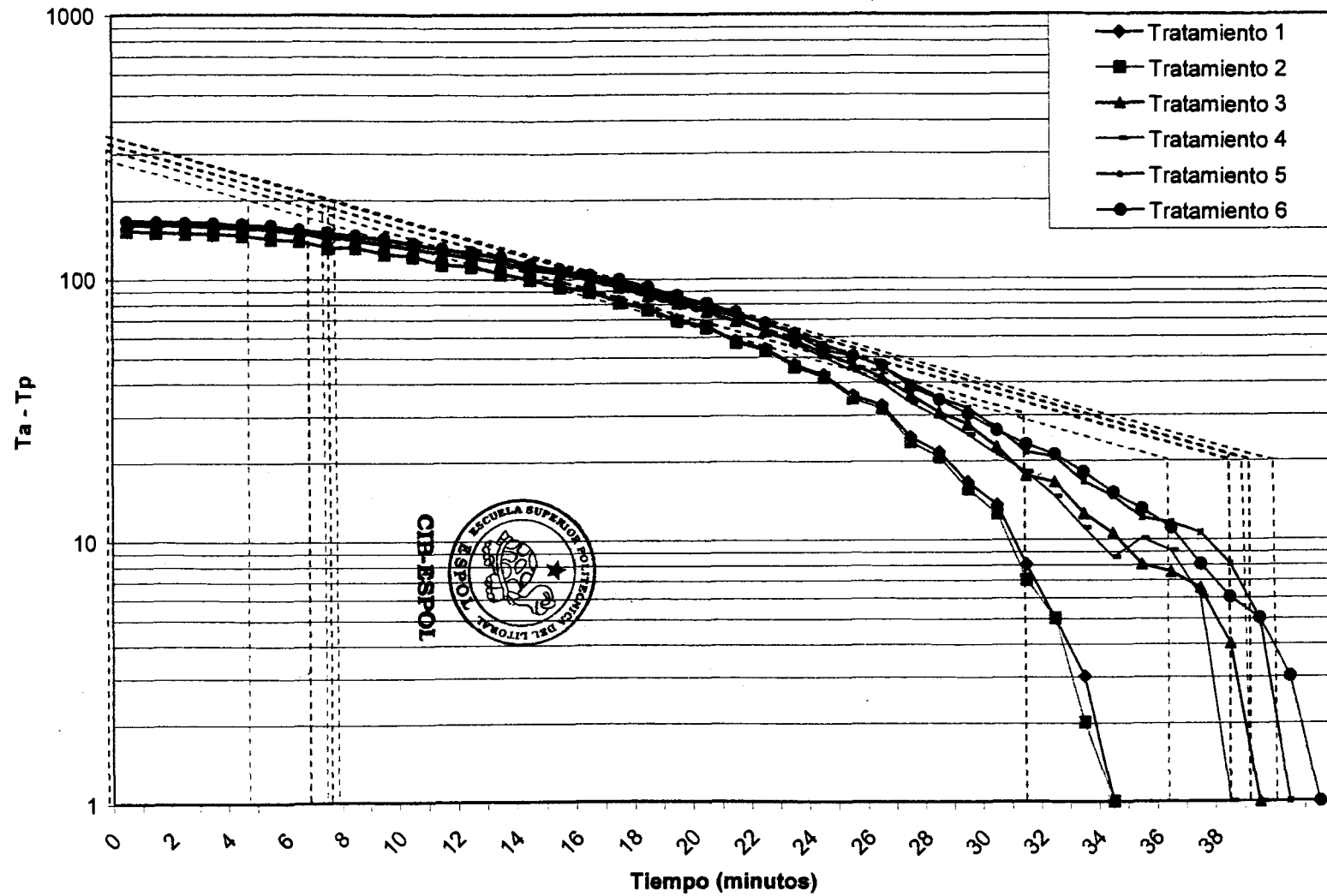


FIGURA 2.1 Curvas de Penetración de Calor para Tratamientos



CIB-ESPOL

2.4 Evaluación Sensorial

El objetivo de realizar la evaluación sensorial es establecer el mejor tratamiento térmico en base a la pruebas de satisfacción ante dos concentraciones distintas concentraciones de humo líquido del producto, para lo cual se procedió a evaluar todas las muestras ante un panel constituido por jueces consumidores (4), es decir personas tomadas al azar, consumidores potenciales del producto.

El número mínimo de jueces tipo consumidor para que una prueba sea válida es, según algunos autores (Ellis, 1961; ASTM, 1968), treinta personas, sin embargo las muestras fueron evaluadas por treinta y seis jueces entre los que se incluyeron estudiantes, amas de casa, profesionales no relacionados al área de alimentos de todo rango de edades y clases sociales.

El vehículo empleado para la prueba fue galletas bajas en sal para que su textura y sabor no resaltaran ni interfirieran con los de la muestra; y se utilizaron platos blancos con un aproximado de 10 gramos por panelista que es lo que utilizaría por cada muestra para poder degustar el producto, ordenadas de manera aleatoria.

Cada muestra tenía un código diferente, tal como se indica:

T1 = 001

T2 = 200

T3 = 030

T4 = 015

T5 = 660

T6 = 701

La evaluación se realizó a través de encuestas y cataciones cuyo formato se presenta en el anexo I.

Resultados de la evaluación sensorial

Para analizar los resultados se aplicó las técnicas de prueba afectivas de satisfacción, las cuales resultaron adecuadas para evaluar más de una muestra a la vez y se empleó escalas hedónicas verbales.

La calificación es asociada con atributos de calidad como la del sabor ahumado. Los detalles de este análisis pueden ser revisados en el anexo J.

El análisis de varianza arrojó los siguientes valores:



CIB-ESPOL

TABLA 12

**RESULTADO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA
CARACTERÍSTICA SABOR AHUMADO**

Fuente de variación	gl	SC	CM	Relación $F_{0.05}$	
				Calculada	Tabulada
Total (T)	215	4951,96			
Tratamiento (Tr)	5	9,49	1,9	0,07	2,22
Panelista (P)	35	54,46	1,6	0,06	1,11
Error (E)	175	4888,01	27,93		

*Significancia con $p \leq 0.05$

Los valores F tabulados se obtuvieron a partir de las tablas estadísticas de distribución F.

Como se puede observar, los valores F tabulados son mayores a los valores F calculados, tanto para los tratamientos como para los panelistas, lo cual indica que no existe diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) entre los panelistas, ni entre los tratamientos indicando que las concentraciones del humo líquido son igualmente aceptables en cuanto a sabor.

CAPITULO 3

3. CÁLCULOS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los cálculos de los parámetros de esterilización y el grado de degradación de la tiamina utilizando los métodos de Ball y Stumbo, así como la caracterización final del producto y el diagrama de flujo del proceso propuesto.

3.1 Cálculo de parámetros de esterilización

En esta sección se presentan los cálculos requeridos para determinar B, es decir el tiempo de procesamiento para cada uno de los tratamientos de las pruebas experimentales. Se detalla paso a paso el procedimiento seguido para obtener los resultados del tratamiento 1, tabulados en la tabla 15, que se aplicó de igual modo con los demás tratamientos, pero utilizando sus respectivos datos.

TABLA 13
DATOS OBTENIDOS DE LAS CURVAS DE PENETRACIÓN DE
CALOR

		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Tpi	°F	84	74	79	79	92	74
Ta	°F	230	230	240	240	245	245
Tpih	°F	-70	-60	-85	-110	-105	-105
f _h	min	31.70	31.85	31.65	31.70	32.00	32.10

Las curvas de penetración de calor se encuentran expuestas en el gráfico 2.1 del capítulo anterior.

TABLA 14
FÓRMULAS PARA CALCULAR PARÁMETROS DE
ESTERILIZACIÓN

U₁	$F_{250} * F_{11}$
F₁₁	$10^{250 - T1/z}$
j_h	$(Ta - Tpih) / (Ta - Tpi)$
l_h	$Ta - Tpi$
g_{j=1.4}	$g_{j=1} + [(j_c - 1)(\Delta g / \Delta j)]^*$
B	$f_h * \log (j_h * l_h / g_{j=1.4})$

* Valores interpolados de la tabla del anexo K

Cálculos para el tratamiento 1.-

Datos generales:

$F_{250} = 3.6$ minutos (para *C. botulinum*)

$z = 18$ °F (para *C. botulinum*)

$j = j_c = 1.41$ (asumido por Método de Ball)

$T_{pi} = 84$ °F (obtenido de la tabla 6)

$T_a = 230$ °F

$T_{pih} = -70$ °F (obtenido del gráfico de penetración de calor)

$f_h = 31.7$ minutos (obtenido del gráfico de penetración de calor)



CIB-ESPOL

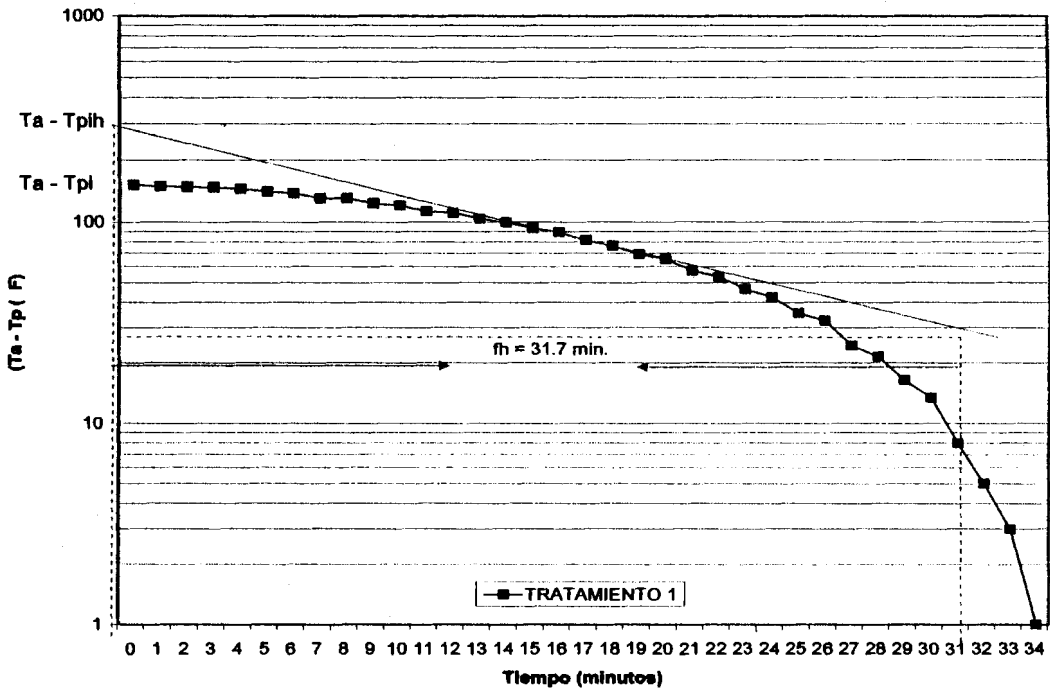


FIGURA 3.1 Curva de penetración de Calor para Tratamiento 1

Primero se calcula F_{i1} y U_1 para obtener el valor $(f_h/U)_1$ y también j_h e

l_h :

$$F_{i1} = 10^{250 - T_i / z}$$

$$F_{i1} = 10^{250 - 230 / 18} = 12.92 \text{ minutos}$$

$$U_1 = F_{250} * F_{i1}$$

$$U_1 = 3.6 * 12.92 = 46.50 \text{ minutos}$$

$$(f_h/U)_1 = 31.70 / 46.50 = 0.68$$

$$j_h = (T_a - T_{pih}) / (T_a - T_{pi})$$

$$j_h = (230 - (-70)) / (230 - 84) = 2.05$$

$$l_h = T_a - T_{pi}$$

$$l_h = 230 - (84) = 146$$

En la tabla del anexo K, con el valor de $f_h/U = 0.68$ y en la columna de $z = 18$, se interpola para obtener el valor g y $(\Delta g/\Delta j)$. Se obtuvo los siguientes valores:

$$g_{j=1} = 0.109 \text{ para } f_h/U = 0.6 \text{ (valor tomado de tablas del anexo K)}$$

$$g_{j=1} = 0.189 \text{ para } f_h/U = 0.7 \text{ (valor tomado de tablas del anexo K)}$$

$(\Delta g/\Delta j) = 0.036$ para $f_r/U = 0.6$ (valor tomado de tablas del anexo K)

$(\Delta g/\Delta j) = 0.066$ para $f_r/U = 0.7$ (valor tomado de tablas del anexo K)

$$g_{j=1.4} = g_{j=1} + [(j_c - 1)(\Delta g/\Delta j)]$$

$$g_{j=1.4} = 0.109 + [(1.41 - 1)(0.036)] = 0.124 \text{ para } f_r/U = 0.6$$

$$g_{j=1.4} = 0.189 + [(1.41 - 1)(0.066)] = 0.216 \text{ para } f_r/U = 0.7$$

Interpolando para $f_r/U = 0.68$, $g_{j=1.4} = 0.189$

Finalmente se reemplaza en la fórmula de Ball:

$$B = f_h * \log (j_h * l_h / g_{j=1.4})$$

$$B = 31.7 * \log (2.05 * 146 / (0.189))$$

$$B = 101.43 \text{ minutos}$$



CIB-ESPOL

TABLA 15

**RESULTADOS DE TIEMPOS DE ESTERILIZACIÓN PARA LOS
TRATAMIENTOS**

		T1	T2	T3	T4	T5	T6
F_{11}	min	12.92	12.92	3.59	3.59	1.90	1.90
U_1	min	46.50	46.50	12.94	12.94	6.82	6.82
$(f_r/U)_1$	-	0.68	0.69	2.45	2.45	4.69	4.69
j_h	-	2.05	1.86	2.02	2.17	2.29	2.05
l_h	°F	146	156	161	161	153	171
$g_{j=1.4}$		0.198	0.207	2.876	2.876	5.713	5.713
B	min	101.43	100.2	65.00	66.10	57.20	57.30

3.2 Cálculo de la degradación de la tiamina

A continuación se presenta los cálculos para determinar el grado de retención de la tiamina, una importante vitamina presente en el pescado, utilizando el método de Stumbo.

Se detalla paso a paso el procedimiento seguido para obtener los resultados del tratamiento 1, tabulados en la tabla 17, que se aplicó de igual modo con los demás tratamientos, pero utilizando sus respectivos datos.



CIB-ESPOL

Parámetros cinéticos de la tiamina para carnes (7).-

D₂₅₀	158 minutos
Z tiamina	55.8 °F
Ta	250 °F

TABLA 16
FÓRMULAS PARA CALCULAR PORCENTAJE DE RETENCIÓN DE
LA TIAMINA

U_2	$f_h / (f_h/U)_2^*$
U_2	$f_h / (f_h/U)_n^*$
F_{in}	$10^{250 - 11/zn}$
F	U / F_i
F_v	U_n / F_{in}
g_v	$0.5 * g_{j=1.4}$
j_v	$0.5 * j$
\bar{F}	$F + \left(D * \log \left[\frac{D + (10.92[F_v - F])}{D} \right] \right)$
C/C_o	$10^{-F/D}$
% Retención	$100 * (C/C_o)$

Cálculos para el tratamiento 1.-

Datos generales:

$$D_{250} = 158 \text{ minutos}$$

$$Z_{\text{tiamina}} = 55.8 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_a = 230 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$g_{j=1.4} = 0.198 \text{ (tomado de la tabla 15)}$$

Primero se calcula el valor $(f_h/U)_2^*$, para $z = 55.8 \text{ }^\circ\text{F}$, a partir de la de las tablas Stumbo, que se encuentran en el anexo L. Para ello se procedió a interpolar $g_{j=1}$, utilizando el valor de $g_{j=1.4}$ tanto para $z = 60 \text{ }^\circ\text{F}$, como para $z = 70 \text{ }^\circ\text{F}$.



CIB-ESPOL

De la columna $z = 60$ °F se obtuvo un $(f_r/U)_z^* = 0.48$, y de la columna de $z = 70$ °F se obtuvo un $(f_r/U)_z = 0.53$; luego, extrapolando a $z = 55.8$ °F, se obtuvo un $(f_r/U)_z^* = 0.459$.

$$U = f_h / (f_r/U)_z^*$$

$$U = 31.7 / 0.459 = 69.06$$

Luego se calcula F_i , que es similar a la letalidad, pero se utiliza el z de la tiamina,

$$F_i = 10^{250-230 / 55.8} = 2.28 \text{ minutos}$$

$$F = U/F_i$$

$$F = 69.06 / 2.28 = 30.26 \text{ minutos}$$

Aplicando el método de Stumbo, se calcula el F_v , de modo similar que el F_o anterior, pero utilizando g_v para un j_v , para luego hallar el porcentaje de retención.

$$g_v = 0.5 g_{j=1.4}$$

$$g_v = 0.5 (0.198) = 0.099$$

$$j_v = 0.5 j$$

$$j_v = 0.5 (1.41) = 0.705$$

Con el valor g_v , se procede a calcular $(f_h/U)_n^*$, para $z = 55.8^\circ\text{F}$, a partir de la de las tablas Stumbo, que se encuentran en el anexo L. Se interpola $g_{j=1}$, utilizando el valor de $g_{j=0.705}$ tanto para $z = 60^\circ\text{F}$, como para $z = 70^\circ\text{F}$.

De la columna $z = 60^\circ\text{F}$ se obtuvo un $(f_h/U)_n^* = 0.45$, y de la columna de $z = 70^\circ\text{F}$ se obtuvo un $(f_h/U)_n^* = 0.52$; luego, extrapolando a $z = 55.8^\circ\text{F}$, se obtuvo un $(f_h/U)_n^* = 0.4206$.

$$U_n = f_h / (f_h/U)_n^*$$

$$U_n = 31.70 / 0.4206 = 75.37$$

$$F_v = U/F_1$$

$$F_v = 75.37 / 2.28 = 33.02 \text{ minutos}$$

$$\bar{F} = F + \left(D \cdot \log \left[\frac{D + (10.92[F_v - F])}{D} \right] \right)$$

$$\bar{F} = 30.26 + \{158 \cdot \log ([158 + (10.92 \cdot (33.02 - 30.26))] / 158) \}$$

$$\bar{F} = 42.25 \text{ minutos}$$

$$\log C/C_0 = -\bar{F} / D_{250}$$

$$\log C/C_0 = -42.25 / 158 = -0.27$$

$$C/C_0 = 0.5403$$

$$\% \text{ Retención} = 54.03 \%$$



CIB-ESPOL

TABLA 17
RESULTADO DEL PORCENTAJE DE RETENCIÓN DE TIAMINA PARA
TRATAMIENTOS

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
f_h	31.70	31.85	31.65	31.70	32.00	32.10
$(f_r/U)_2^*$	0.459	0.468	1.11	1.11	1.597	1.597
U_2	69.06	68.06	28.51	28.56	20.04	20.10
F_{in}	2.28	2.28	1.51	1.51	1.229	1.229
F_o	30.26	29.82	18.87	18.90	16.30	16.35
g_v	0.99	0.1035	1.438	1.438	2.8565	2.862
j_v	0.705	0.705	0.705	0.705	0.705	0.705
$(f_r/U)_n^*$	0.4206	0.4206	0.971	0.971	1.3278	1.3278
U_n	75.37	75.73	32.60	32.65	24.10	24.18
F_v	33.02	33.18	21.57	21.61	19.61	19.67
F	42.25	44.14	30.62	30.67	30.42	30.52
C/C_o	0.5403	0.5255	0.6400	0.6396	0.6419	0.6410

% Retención	54.0 %	52.6 %	64.0 %	64.0 %	64.2 %	64.1 %
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

3.3 Determinación de parámetros de proceso



CIB-ESPOL

En base a los resultados obtenidos, los parámetros que se utilizarán para esterilizar los bocaditos de atún ahumado con ligero sabor picante serán:

- Tiempo de venteo (hasta cerrar válvulas).- 15 minutos
- Tiempo de retención.- 57.30 min \approx 58 minutos
- Temperatura inicial del producto.- mínimo 74 °F
- Temperatura de retención.- 245 °F
- Temperatura de agua de enfriamiento.- 77 °F
- Temperatura final (donde se podrá abrir el autoclave).- 96 °F
- Presión manométrica.- 15 psi

3.4 Caracterización del producto final

Este nuevo producto ha sido formulado, estableciendo los ingredientes en siguientes porcentaje:

- Peso neto: 173 g.
- Peso drenado: 56 g.
- Atún: 46.2 %
- Aji: 1.71 %
- Pimiento: 1.98 %
- Humo liquido: 0.3%
- Aceite de girasol: 19,9%
- Agua 29,9%



CIB-ESPOL

Las latas que se emplearán para este trabajo son de dos piezas de dimensión 307 x 108 (83 mm x 38.1 mm), marca Impress. Las especificaciones del proveedor se pueden apreciar en el anexo M.

Se ha propuesto que la producción sea para consumo local, es decir, mercado ecuatoriano con proyecciones a exportación a mediano plazo. Los principales requisitos de calidad y composición del producto están especificados en el conjunto de Normas del Codex para el pescado y los productos pesqueros, y se los ha tomado como referencia en la elaboración de este nuevo producto: Atún y bonito en conserva en agua o aceite CODEX STAN 70 – 1981, cuyo documento se encuentra en el anexo N.

3.5 Diagrama de flujo del proceso diseñado

El diagrama de flujo que a continuación se presenta en la figura 3.2, parte de 2200 libras (1 TM) de pescado crudo, de la forma en que llega a la planta desde el puerto, con el fin de poder planificar las operaciones de producción en base al balance de materia correspondiente a la caracterización del producto final establecidos en el punto 3.4.



CIB-ESPOL

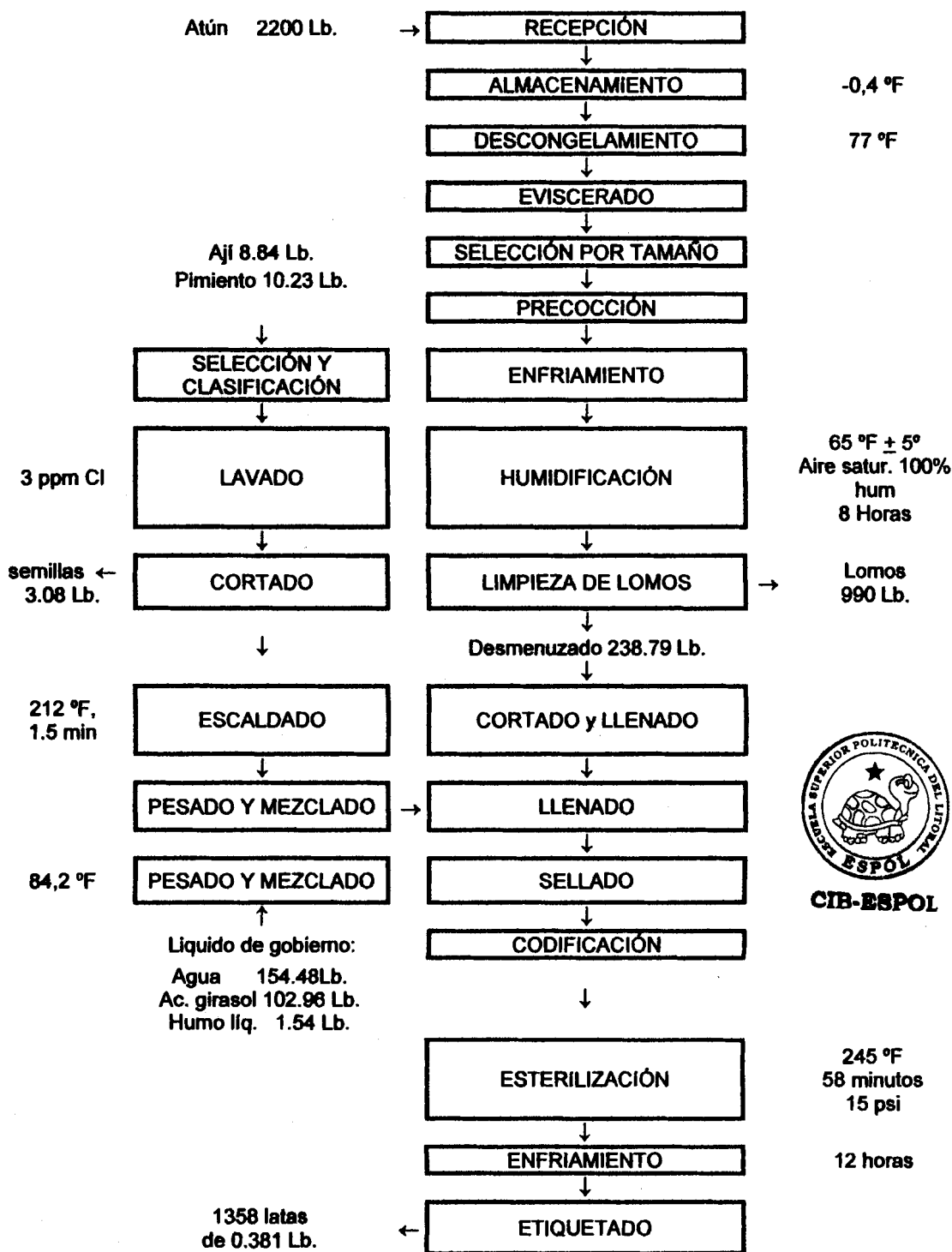


FIGURA 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DISEÑADO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1. En base a las pruebas experimentales desarrolladas durante este proyecto, se pudo obtener un producto de calidad destinado al consumo humano, denominado: bocaditos de atún ahumado en salsa ligeramente picante.**
- 2. El diseño del proceso de producción del producto propuesto, requiere una mínima inversión para los equipos de mezclado y para el área de preparación de ingredientes vegetales, que se adaptarían fácilmente a la infraestructura que ya está instalada en la fábrica.**
- 3. Las cantidades de desmenuzado, que se generan en el proceso de enlatado de atún convencional, son suficientes para mantener una producción continua del producto propuesto.**

4. Del tonelaje total del pescado que ingresó a planta durante el período de estudio, 29 TM que representan, aproximadamente, el 30% se eliminaron diariamente en forma de desmenuzado, durante la etapa de limpieza de los lomos que se destinan al proceso convencional de enlatado y de fundas metálicas flexibles.
5. La producción del producto propuesto no interferiría con la actual utilización de desmenuzado que se envía al exterior, ya que se estaría utilizando el excedente que se destina a la elaboración de harina de pescado.
6. Con el balance de materia se puede determinar, rápidamente la cantidad de desmenuzado con la que se contará en un día de producción, a partir del tonelaje de pescado congelado que se asigna a cada turno.
7. El porcentaje de desmenuzado dentro de la lata corresponde al 46,2%, pudiendo procesarse en su totalidad como desmenuzado o combinando el 50% de la pastilla con trozos que también se generan en las operaciones de limpieza.



CIB-ESPOL

8. La calidad del desmenuzado como materia prima se medirá en similares términos que si se tratara de los lomos, es decir: concentración de histamina, la cual no deberá sobrepasar los 5 mg. de histamina/100 g. de muestra, mantener una buena limpieza donde no existan espinas, escamas, ni deberá presentar signos de oxidación en cuanto a color y olor.
9. Los demás ingredientes constituyentes son: ají 1.71%, pimienta 1.98%, ambas variedad *Capsicum annum*, aceite de girasol 19.9%, agua 29.9%, y humo líquido importado tipo "hickory smoke" en un 0.3%.
10. La producción del producto propuesto serviría como incentivo para aumentar la producción de ají y pimienta en el país, mejorando los ingresos del sector agrícola.
11. El mercado para este producto es inicialmente local, pero se puede ofrecer al exterior, donde el sabor ahumado es preferencial.
12. Del diseño de experimentos se desprende que el mejor tratamiento térmico es el que se realiza a 245°F por 57.30 minutos, no solo debido a que se asegura la inocuidad microbiológica del producto, sino a que





es el que presenta mayor retención de nutrientes, en especial de la tiamina en un 64 %,

13. El F_{250} utilizado como referencia fue de 3,6 minutos para *Clostridium botulinum*, que es el valor comercial recomendado; sin embargo se puede utilizar un período mayor como rango de seguridad del proceso térmico.
14. Con el método de Ball y Stumbo las determinaciones de procesos térmicos pueden realizarse fácilmente a partir de un F_0 específico y de los parámetros de penetración de calor hallando el valor g correspondiente a su factor f_h/U , y calculando el tiempo de procesamiento B .
15. El valor f_h y j son independientes de la temperatura inicial y del venteo, porque corresponde a la fase posterior a ellas, y tampoco dependen del número de envases que se encuentren dentro del autoclave.
16. El valor f_h depende de la difusividad térmica, del coeficiente de transferencia de los componentes, de la geometría y dimensiones del envase, por lo tanto, este valor debe ser nuevamente calculado si la

formulación se modifica o si se envasa en latas de diferente medida a la establecida.

17. J es dependiente de los parámetros de proceso, a diferencia de f_h .

18. Los costos de producción de la planta disminuirían, ya que la materia prima que se está empleando es la recuperación de un "desperdicio" obtenido de los procesos de limpieza de lomos, que anteriormente se desecharía.

19. El análisis sensorial en el cual se aplicó herramientas como el análisis de varianza para la característica sabor ahumado, permitió establecer de manera clara, precisa y objetiva que no existió diferencias significativas entre las formulaciones propuestas ante los panelistas que participaron de las encuestas y paneles de degustación.

20. Se recomienda que la pastilla de atún dentro de la lata, no sea en su totalidad de desmenuzado, sino que se lo combine con trozos o pedazos de lomo para darle mas firmeza.



CIB-ESPOL

ANEXOS



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

ANEXO A

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PROPUESTO

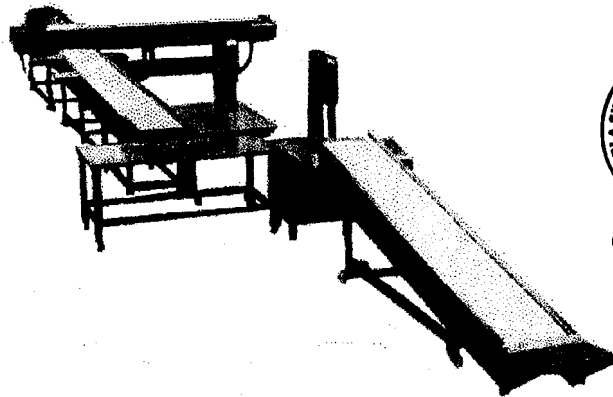
A continuación se describen las etapas de cada una de las etapas del proceso convencional de enlatado de pescado, sobre el cual se añadieron otras etapas para poder industrializar el desmenuzado. De este modo, se puede aprovechar la infraestructura y el flujo existente en cualquier empresa enlatadora de atún ya que todo se une en el momento del llenado de las latas, otorgándole flexibilidad al proceso. Adicionalmente se ilustra cada etapa con los equipos que suelen emplearse para llevar a cabo.

1. **Recepción:** se recibe el pescado en estado congelado, proveniente del puerto en containers los cuales son colocados en cubas metálicas numeradas. En esta etapa se realizan todos los análisis de calidad requeridos, entre ellos el más importante es el de histamina y sal. Luego son clasificados por tamaños antes de ser almacenados.
2. **Almacenamiento:** se realizan en cámaras de congelación, donde pueden permanecer a $-0,4$ °F, sin deteriorarse.
3. **Descongelamiento:** para esta etapa del proceso se apilan las cubas y se procede a llenarlas con agua a temperatura ambiente hasta que el pescado llegue a temperatura ambiental.



CIB-ESPOL

4. **Eviscerado:** también llamado desbuche, se extraen las vísceras del pescado, en un área aparte de la planta para evitar la contaminación cruzada por la sangre que se elimina durante esta etapa. Se pueden emplear sierras eléctricas en el caso de ser demasiado grandes las piezas.

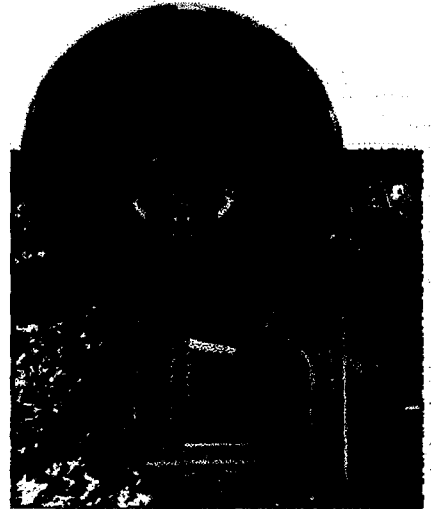


5. **Selección por tamaño:** es necesario una nueva selección por tamaño de peces que entren por cada bandeja que será introducida a las cocinas de precocción. Por ejemplo: 8/bandejas significa que son especies pequeñas; 2/bandejas significará que son especies de gran tamaño.
6. **Precocción:** se realiza habitualmente en cocinas que trabajan con vapor saturado donde ingresan los carros con las bandejas de pescado ya clasificadas, y tiene como objetivos:
- Deshidratar parcialmente la carne y evitar que durante el tratamiento en autoclave se liberen fluidos que se acumularían en el envase.



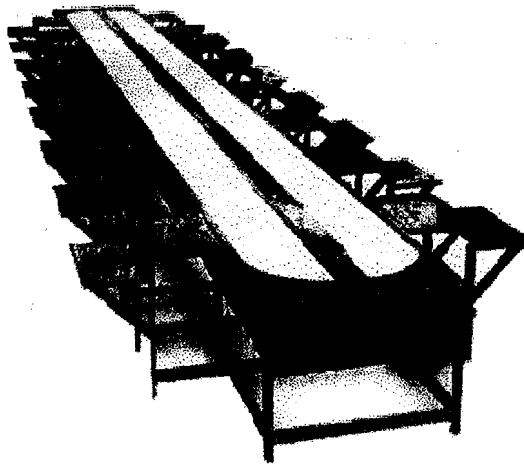
CIB-ESPOL

- Eliminar los aceites naturales, algunos de los cuales tienen sabores fuertes.
- Coagular las proteínas del pescado y desprender la carne del esqueleto.
- Conferir al producto las propiedades deseables de textura y sabor
- Solidificar la carne contribuyendo de esta manera al desprendimiento de su piel.



7. **Enfriamiento:** a esta etapa se la conoce también con el nombre de "cooling zone", donde el pescado es rociado con agua a través de duchas hasta alcanzar temperatura ambiente, y así no sufra un shock térmico al ingresar al cuarto de humidificación. Después del enfriamiento, la carne adquiere una consistencia más firme, lo que facilita al operador las tareas posteriores de limpieza y separación de espinas.
8. **Humidificación:** se realiza en un cuarto denominado "chill room" que se encuentra a $65\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 5^{\circ}$ a una saturación de aire con agua del 100% en forma de diminutas gotas. El tiempo que transcurre desde que el atún sale de las cocinas hasta que ingresa al área de limpieza, no deberá exceder de las 8 horas

9. **Limpieza de lomos:** etapa manual que realizan las mujeres obreras con ayuda de cuchillos sin filo, donde se elimina: cabeza, piel, escamas, espinas. Las porciones comestibles se clasifican en carne compacta o lomos, en trozos, y en fibras o desmenuzado, que es la materia prima del producto a elaborar. La carne blanca y oscura del desmenuzado se separan y se dividen en bandejas. Ésta última, denominada "sangre" pasa a ser congelada para su posterior venta.



10. **Cortado y Llenado:** la máquina cortadora denominada "chopper" corta el lomo en trozos, y pasan por una banda a la máquina llenadora, en cuyas perforaciones ingresa los trozos, y/o "desmenuzado", objeto de estudio, para ser presionadas por pistones que darán la forma de pastilla. Lateralmente posee un alimentador de latas continuo.
11. **Llenado con el líquido de gobierno:** en este caso una banda transportadora conduce a las latas llenas a los dos dosificadores: el

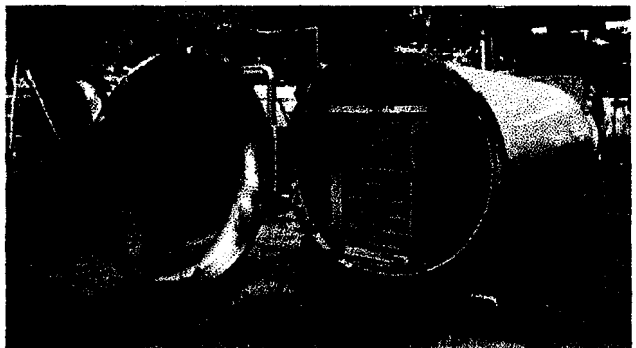
primero llena con una solución que contiene agua, humo líquido, pimienta y ají, preparadas otra área de la planta y el segundo llena de aceite de girasol.

12. **Sellado:** las latas pasan a la selladora que posee 6 mandriles encargados de realizar el doble cierre de la lata en dos operaciones.



13. **Codificación:** una máquina con inyección de tinta, imprime el código que indicará la línea de la que proviene los lomos y/o "desmenuzado", y la fecha de producción, en la tapa de la lata.

14. **Esterilización:** Las latas selladas y codificadas son colocadas en carritos metálicos rectangulares que ingresaran a los autoclaves. Estos autoclaves son horizontales que funcionan con vapor en la etapa de calentamiento y con agua clorada para la etapa de enfriamiento. Los tiempos y las temperaturas a usar se determinarán en un capítulo aparte, ya que se trata de un nuevo producto al que se le realizará un estudio de penetración de calor.



15. **Enfriamiento:** una vez que las latas son retiradas de los autoclaves, pasan a reposar por 12 horas en los carritos sin sufrir ninguna manipulación por parte de operarios, debido a que los envases que salen del autoclave están todavía calientes, el revestimiento de plasticol de las tapas no se ha endurecido tal que forme un cierre que resista a los impactos y deformaciones. Además debido al vacío parcial en la lata, cualquier falla en el cierre hermético, aunque sea momentánea, puede atraer hacia adentro las sustancias contaminantes que se hallen sobre el sertido doble o alrededor de él.
16. **Etiquetado:** en esta etapa se colocan las etiquetas en mesas donde previamente se realiza la inspección final, que consiste en un examen visual para certificarse de que ninguna lata presenta defectos, ya sea de sellado, de abombamiento o de otra clase.



CIB-ESPOL

ANEXO B

FUNCIONES, DEFICIENCIAS Y ALIMENTOS FUENTES DE LA TIAMINA

Aquí se exponen las principales funciones de la vitamina B1, también conocida como tiamina, sus deficiencias y alimentos en donde se encuentra

Funciones:

- El pirofosfato de tiamina actúa como coenzima vital para la respiración tisular
- Tiene un efecto benéfico sobre el sistema nervioso en la conducción nerviosa y la actitud mental. Ayuda en casos de depresión, irritabilidad, pérdida de memoria, pérdida de concentración y agotamiento.
- Favorece el crecimiento.
- Aunque es necesaria para el metabolismo de grasas, proteínas y ácidos nucleicos, esta relacionada más firmemente con el metabolismo de carbohidratos, ayuda en la síntesis de las pentosas. Al estar la tiamina muy ligada al transporte de energía, su necesidad varía en función de la dieta, por lo que es recomendable una mayor cantidad para aquellos que ingieran muchos carbohidratos refinados, tales como el pan y arroz blanco, pasta y azúcar; para personas de avanzada edad y para aquellos con una dieta reducida. También para fumadores y personas que beben alcohol.
- Interviene en el metabolismo del alcohol



CIB-ESPOL

Deficiencia:

En caso presentarse, se generan trastornos en el sistema nervioso y cardiovascular manifestándose en una enfermedad llamada Beri-Beri caracterizada por confusión mental, desgaste muscular, desgano, edema, parálisis periférica, taquicardia y cardiomegalia.

Alimentos fuentes:

Se encuentra en el reino animal y vegetal. Principalmente se encuentra en el germen de trigo (1mg/media taza) y la carne de cerdo (1,25mg/100g). Todas las vísceras, carnes magras, pescado (0,3mg cada 100g), aves (0,11mg cada 100g), yema de huevo (0,2mg en 100g), legumbres, granos enteros, maní (0,48mg media taza), avena, panes enriquecidos y cereales también son fuentes excelentes. La ración dietética diaria (RDA 1997-2001) en niños, adolescentes y adultos es 0,5/1000 Kcal con un mínimo de 1mg/d sin importar la ingestión total. Se recomienda adicionar 0,4 en embarazo y 0,5 en lactancia.



CIB-ESPOL

ANEXO C

CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS DEL PRODUCTO PROPUESTO

Para la elaboración del producto "Bocaditos de atún ahumado en salsa ligeramente picante" se combinaron las siguientes materias primas:

- *AjÍ y Pimiento*: casi la totalidad de la producción de ajÍ y pimiento está dada por una sola especie, *Capsicum annum*, a partir de de la cual se generan dos productos distintos para el consumidor: AjÍ (del arawak axi) o fruto picante, y pimiento (de pimienta, por equivocación de C. Colón) o frutos no picantes.

Es necesario destacar que existen otras especies del género cuyo fruto o producto también es denominado ajÍ y que no se consideraron para la producción del producto propuesto.

Se empleará *Capsicum annum* var. longum (DC.) Sendt. para el ajÍ, y la variedad no picante para el pimiento verde, cuyas estadísticas proporcionadas por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) en las tablas que a continuación se presentan, indican que la producción es suficiente para la producción estimada.



CIB-ESPOL

**ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE AJÍ
(FRUTA FRESCA) 2003**

REGION SIERRA	TM.	REGION COSTA, ORIENTE Y GALAPAGOS	TM.
CARCHI	40	ESMERALDAS	-
IMBABURA	19	MANABÍ	81
PICHINCHA	8	GUAYAS	951
COTOPAXI	-	LOS RÍOS	5
TUNGURAHUA	5	EL ORO	-
CHIMBORAZO	-	SUCUMBÍOS	-
BOLÍVAR	2	NAPO	-
CAÑAR	-	ORELLANA	-
AZUAY	16	PASTAZA	-
LOJA	-	MORONA SANTIAGO	-
		ZAMORA CHINCHIPE	-
		GALAPAGOS	-
SUBTOTAL	90	SUBTOTAL	191
TOTAL NACIONAL		281 TM.	



Fuente: Direcciones Provinciales MAG - Agencias de Servicio Agropecuario

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE PIMIENTO

(FRUTA FRESCA) 2003

REGION SIERRA	TM.	REGION COSTA, ORIENTE Y GALAPAGOS	TM.
CARCHI	-	ESMERALDAS	598
IMBABURA	71	MANABÍ	3198
PICHINCHA	136	GUAYAS	7228
COTOPAXI	-	LOS RÍOS	-
TUNGURAHUA	35	EL ORO	3
CHIMBORAZO	245	SUCUMBÍOS	45
BOLÍVAR	-	NAPO	-
CAÑAR	-	ORELLANA	-
AZUAY	18	PASTAZA	-
LOJA	208	MORONA SANTIAGO	-
		ZAMORA CHINCHIPE	-
		GALAPAGOS	-
SUBTOTAL	713	SUBTOTAL	11072
TOTAL NACIONAL	11.785 TM		



CIB-ESPOL

Fuente: Direcciones Provinciales MAG - Agencias de Servicio Agropecuario

- **Saborizantes:** se empleará el sabor ahumado en estado líquido "humo mezquita" para conferir al producto valor agregado. Este se disolverá en agua para ser dosificado como líquido de gobierno y puede ser importado de Estados Unidos bajo el nombre de "hickory smoke".
- **Aceite:** se empleará aceite de girasol por sus excelentes cualidades organolépticas, el que debe cumplir con los parámetros de calidad tales como: índice de peróxidos y acidez. Existen algunas industrias nacionales que proveen este aceite.



CIB-ESPOL

ANEXO D

PARÁMETROS DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y QUÍMICA

Antes de someterlos al tratamiento térmico las muestras se analizaron en el laboratorio de la empresa auspiciante, mientras que los análisis posteriores se realizaron en los laboratorios de la facultad. Los análisis efectuados fueron los siguientes: Aerobios totales (APC), Coniformes totales (CT), *E. coli* (EC), e Histamina, donde MNPC significa muy numeroso para contar

Muestra	Histamina	
	Antes	Después
T1	0,63	0,65
T2	0,5	0,52
T3	0,25	0,65
T4	0,66	0,52
T5	-	0,52
T6	0,64	0,52



CIB-ESPOL

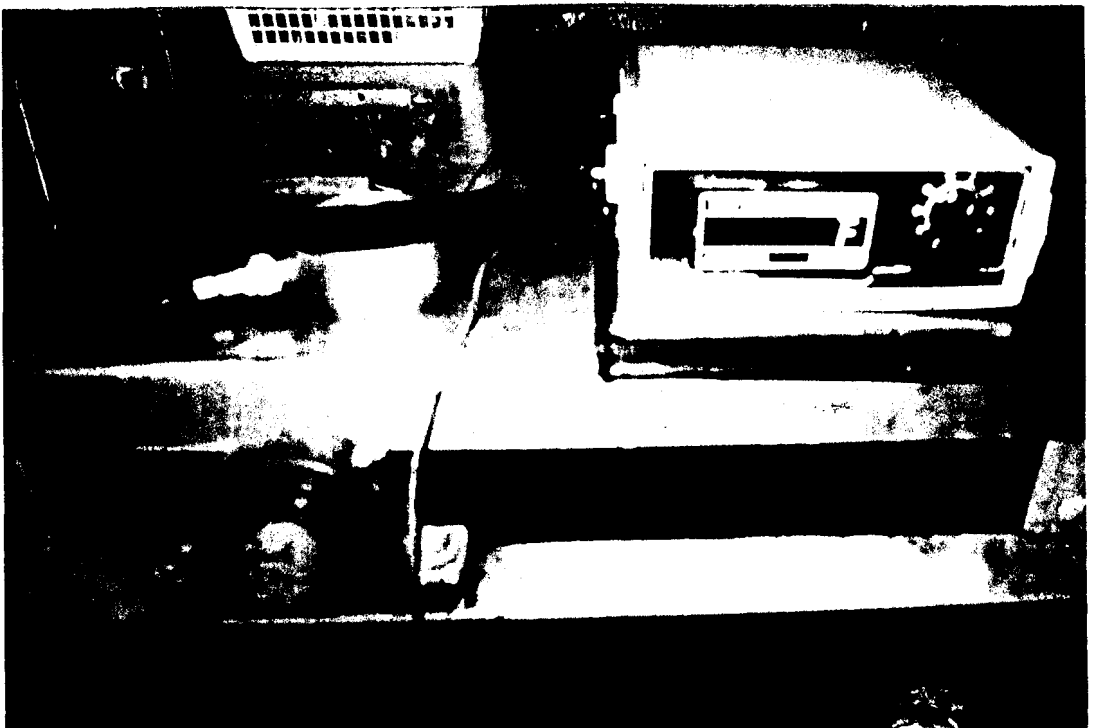
Muestra	Antes (UFC/g)			Antes (UFC/g) ³		
	APC	CT	<i>E. coli</i>	APC	CT	<i>E. coli</i>
T1	MNPC (>10 ³)	MNPC (>10 ³)	MNPC (>10 ³)	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T2	93 X 10 ⁵	15 x 10 ⁴	1 x 10 ⁴	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T3	MNPC (>10 ⁴)	13 x 10 ⁴	1 x 10 ⁴	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T4	6 x 10 ⁴	7 x 10 ⁴	1 x 10 ⁴	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T5	35 x 10 ⁴	MNPC (>10 ⁴)	17 x 10 ⁴	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T6	40 x 10 ⁴	MNPC (>10 ⁴)	17 x 10 ⁴	Ausencia	Ausencia	Ausencia

ANEXO E

PRUEBAS EXPERIMENTALES



Perforadora de latas




Lata con termocupla unida a termo registrador

ANEXO F

**FORMATO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS EN PRUEBAS
EXPERIMENTALES**

PRUEBAS EXPERIMENTALES

Fecha:
Número de tratamiento
Concentración humo liquido:
Temperatura inicial:
Temperatura objetivo:
Hora inicial:



CIB-ESPOL

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura (°F)	Presión Manométrica psi

Observaciones:

ANEXO G

PRUEBAS A ESCALA PILOTO: ETAPA DE ENFRIAMIENTO

TRATAMIENTO 1

Concentración humo liquido:	0,1%
Temperatura inicial:	78 °F
Temperatura objetivo:	230 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
80	209	
81	204	
82	200	
83	195	
84	189	
85	186	
86	178	
87	174	
88	169	
89	162	
90	155	
91	149	
92	142	
93	137	
94	132	
95	127	
96	122	
97	119	
98	115	
99	111	
100	108	
101	107	
102	103	
103	102	
104	96	
105	91	



CIB-ESPOL

TRATAMIENTO 2

Concentración humo líquido:	0,3%
Temperatura inicial:	78 °F
Temperatura objetivo:	230 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
80	210	
81	205	
82	200	
83	194	
84	191	
85	186	
86	180	
87	176	
88	171	
89	165	
90	160	
91	155	
92	149	
93	144	
94	137	
95	132	
96	128	
97	123	
98	119	
99	115	
100	110	
101	107	
102	104	
103	101	
104	98	
105	96	



OIB-ESPOL

TRATAMIENTO 3

Concentración humo líquido:	0,1%
Temperatura inicial:	79 °F
Temperatura objetivo:	240 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
51	212	
52	207	
53	203	
54	199	
55	194	
56	189	
57	185	
58	181	
59	177	
60	172	
61	166	
62	161	
63	156	
64	150	
65	145	
66	138	
67	133	
68	129	
69	124	
70	120	
71	116	
72	111	
73	108	
74	105	
75	102	
76	99	
77	97	



CIB-ESPOL

TRATAMIENTO 4

Concentración humo líquido:	0,3%
Temperatura inicial:	81 °F
Temperatura objetivo:	240 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
51	215	
52	109	
53	204	
54	200	
55	195	
56	189	
57	184	
58	180	
59	176	
60	171	
61	165	
62	160	
63	155	
64	149	
65	144	
66	137	
67	132	
68	128	
69	123	
70	119	
71	115	
72	110	
73	107	
74	104	
75	101	
76	98	
77	96	



CIB-ESPOL

TRATAMIENTO 5

Concentración humo líquido:	0,1%
Temperatura inicial:	78 °F
Temperatura objetivo:	245 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
46	227	
47	217	
48	211	
49	207	
50	202	
51	197	
52	192	
53	187	
54	182	
55	177	
56	172	
57	167	
58	162	
59	157	
60	152	
61	147	
62	143	
63	139	
64	135	
65	131	
66	127	
67	123	
68	119	
69	115	
70	112	
71	109	
72	106	
73	103	
74	100	
75	98	
76	96	



CIB-ESPOL

TRATAMIENTO 6

Concentración humo liquido:	0,3%
Temperatura inicial:	80 °F
Temperatura objetivo:	245 °F

Tiempo (minutos)	TERMO REGISTRADOR Temperatura promedio (°F)	Presión Manométrica psi
47	220	
48	214	
49	208	
50	203	
51	198	
52	193	
53	188	
54	183	
55	178	
56	173	
57	168	
58	163	
59	158	
60	153	
61	148	
62	144	
63	140	
64	136	
65	132	
66	128	
67	124	
68	120	
69	116	
70	113	
71	110	
72	107	
73	104	
74	101	
75	99	
76	97	



CIB-ESPOL

ANEXO H

CURVAS DE PENETRACIÓN DE CALOR

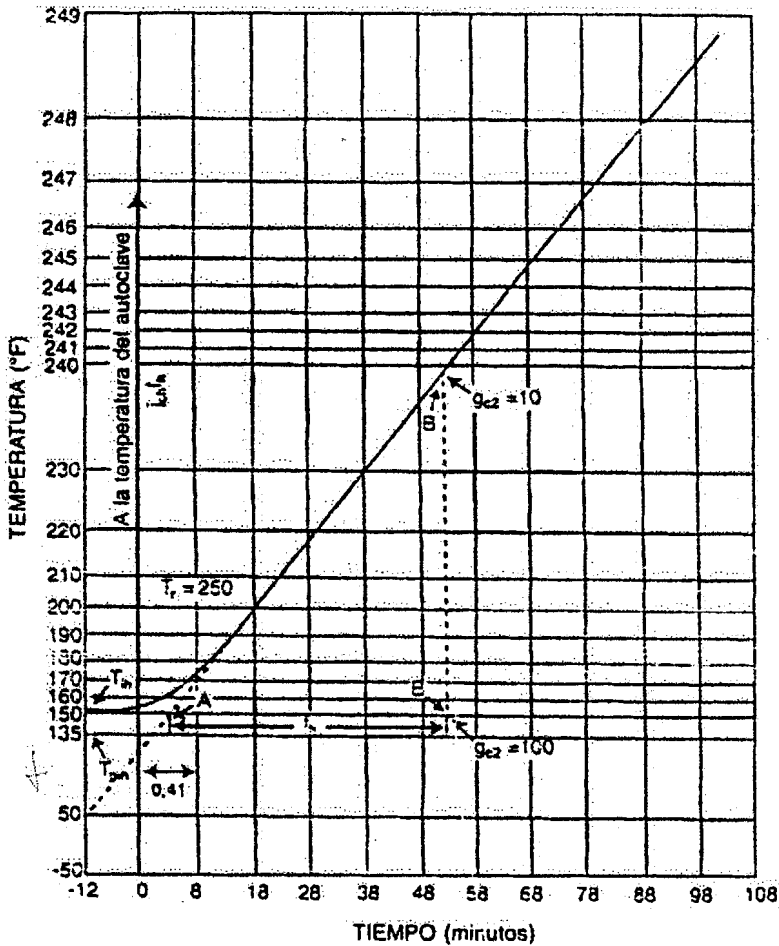
En una prueba de penetración de calor, se coloca un termopar en un recipiente, de manera que mida la temperatura del alimento en el punto de calentamiento más lento, el llamado punto frío. En este caso, el producto propuesto la transmisión de calor se da por conducción, por lo que el punto frío se encuentra en el centro geométrico de la lata. Dos temperaturas se registran respecto del tiempo:

- La temperatura de la cámara del autoclave T_a
- La temperatura en el punto frío del alimento T_p



Los datos recogidos en las pruebas experimentales se pueden representar en una hoja semilogarítmica: el tiempo en minutos en el eje X y la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el producto, en el eje Y, generándose una gráfica denominada, **CURVA DE PENETRACIÓN DE CALOR**, que puede dividirse en dos partes:

- La fase de retraso donde la pendiente de la curva aumenta.
- La fase lineal donde los datos se ajustan a una línea recta.



Este gráfico es muy útil a la hora de realizar los cálculos, puesto que de él se obtiene el valor f_h , o tiempo necesario para atravesar un ciclo logarítmico, y la temperatura pseudo inicial o aparente mediante la prolongación de la porción lineal del gráfico hasta que intercepte al eje Y.

T_a = Temperatura del medio de calentamiento

T_{pi} = Temperatura inicial del producto, también denominada T_{ih}

T_{pih} = Temperatura pseudo inicial

t = tiempo (minutos)



CIB-ESPOL

ANEXO I

FORMATO DE ENCUESTAS PARA PRUEBAS DE DEGUSTACIÓN

ENCUESTA PREFERENCIAL DEL ATÚN

1. Edad: _____
 2. Sexo: _____ F _____ M
 3. Ingresos económicos mensuales:
_____ < a \$200 _____ \$200 - \$600 _____ \$600 - \$1000 _____ > \$1000
 4. ¿Le gusta el atún?
_____ Mucho _____ Regular _____ Poco
 5. Frecuencia de consumo
_____ 4 veces por semana
_____ 1 a 2 veces por semana
_____ 2 veces por mes
_____ 1 vez cada 3 mes
 6. Formas de consumo en la mayoría de ocasiones
_____ ensaladas
_____ sánduches
_____ fideos (tallarín, pastas)
_____ sopas
_____ Mouse o salsas de acompañamientos
 7. Presentación de _____ consumo y/o _____ compra preferida
_____ Lomito (trozos)
_____ Desmenuzado
_____ mixto
 8. Seleccione el líquido de gobierno de la conserva de atún que usted prefiere
_____ Agua
_____ Aceite
_____ Aceite de oliva
- Por que? _____
-



CIB-ESPOL

9. Ha probado las nuevas presentaciones? Si No

10. ¿Qué marca de atún es la mas consumida por usted y por qué?
_____ porque _____

11. ¿Cuál es la característica más importante en el atún que genera en usted el deseo de consumirlo?

- Presentación al abrir la lata
- Sabor
- Olor
- Presentación (lomito o desmenuzado)
- Otro

Panel de Degustación

Producto: **Bocaditos de atún ahumado en ligera salsa picante**

12. Califique el sabor ahumado en base a la siguiente escala

- 1 Muy agradable
- 2 Agradable
- 3 Ni agradable, ni desagradable
- 4 Desagradable
- 5 Muy desagradable



Muestra								4
Calificación								

13. Cual fue la que mas le gustó? _____
Porqué? _____

14. La recomendaría para su comercialización? si no

15. Cual fue la que mas le desagradó? _____
Porqué? _____



CIB-ESPOL

ANEXO J

CÁLCULOS Y RESULTADOS ESTADÍSTICOS DEL ANÁLISIS

SENSORIAL

A continuación se presenta detalladamente la forma en que se realizó en análisis de varianza con los datos recolectados de la encuesta y panel de degustación para la característica sabor ahumado.

Primero se tabulan los datos del panel de degustación elaborados sobre una escala hedónica, para luego realizar la suma de cada panelista, y de cada tratamiento.

PUNTAJES DE CATEGORIA TABULADOS PARA LA PRUEBA

HEDÓNICA

JUECES	MUESTRAS						TOTAL PANELIS TAS	MEDIA PANELIS TAS
	001	200	030	015	660	701		
1	4	2	2	3	4	2	17	2.53
2	2	2	2	2	2	2	12	2.00
3	2	2	2	3	3	2	14	2.33
4	1	2	2	3	1	1	10	1.67
5	3	2	2	4	2	2	15	2.50
6	1	1	2	1	1	1	7	1.17
7	2	2	2	4	3	3	16	2.67
8	1	1	2	4	1	3	12	2.00
9	2	2	4	4	2	2	16	2.67
10	2	1	2	3	4	2	14	2.33
11	3	2	3	3	2	2	15	2.50

JUECES	MUESTRAS						TOTAL PANELIS TAS	MEDIA PANELIS TAS
	001	200	030	015	660	701		
12	1	3	3	1	1	2	11	1.83
13	1	3	3	1	1	2	11	1.83
14	2	2	1	1	1	2	9	1.50
15	3	2	2	3	2	3	15	2.50
16	2	2	2	3	3	1	13	2.17
17	3	2	3	4	1	3	16	2.67
18	2	3	1	3	3	1	13	2.17
19	1	2	2	3	2	2	12	2.00
20	3	2	3	3	3	3	18	3.00
21	1	1	1	1	2	2	9	1.50
22	2	2	2	3	3	1	13	2.17
23	1	1	1	1	3	1	8	1.33
24	2	2	3	3	2	1	13	2.17
25	2	1	2	3	3	1	12	2.00
26	3	1	1	1	1	2	9	1.50
27	3	3	2	1	2	3	14	2.33
28	3	2	1	3	4	3	16	2.67
29	1	2	1	1	4	1	10	1.67
30	1	1	1	2	2	1	8	1.33
31	1	3	1	5	5	3	18	3.00
32	2	1	1	2	1	1	8	1.33
33	2	2	1	1	4	1	11	1.83
34	2	3	2	1	2	1	11	1.83
35	1	2	2	1	1	1	8	1.33
36	2	2	2	1	3	3	13	2.17
Gran total							447	

TOTAL Tr	70	71	69	86	84	67
Media Tr	1.94	1.97	1.92	2.39	2.33	1.86
N	216					

Factor de Corrección.-

$$FC = \text{gran total}^2 / \text{Número total de respuestas}$$

$$FC = (447)^2 / 240 = 925.04$$

Suma total de cuadrados.-

$$SC (T) = \Sigma (\text{cada respuesta individual})^2 - FC$$

$$SC (T) = 4^2 + 2^2 + 2^2 + \dots - 925.04 = 4951.96$$

Suma de los cuadrados de los tratamientos.-

$$SC (Tr) = [\Sigma(\text{Total de cada respuesta individual})^2 / \text{Número de respuestas por tratamiento}] - FC$$

$$SC (Tr) = [(70^2 + 71^2 + 69^2 + 86^2 + 84^2 + 67^2) / 36] - 925.04$$

$$SC (Tr) = 9.49$$

Suma de los cuadrados de los panelistas.-

$$SC (P) = [\Sigma(\text{Total de cada panelista})^2 / \text{Número de respuestas de cada panelista}] - FC$$

$$SC (P) = [(17^2 + 12^2 + 14^2 + 10^2 + \dots) / 6] - 925.04 = 54.46$$

Suma de los cuadrados del error.-

$$SC (E) = SC (T) - SC (Tr) - SC (P)$$

$$SC (E) = 4951.96 - 9.49 - 54.46 = 4888.01$$

Total de grados de libertad.-

$$gl (T) = \text{Número de respuestas totales} - 1$$

$$gl (T) = 216 - 1 = 215$$

Grados de libertad de tratamientos.-

$$gl (Tr) = \text{Número de tratamientos} - 1$$

$$gl (Tr) = 6 - 1 = 5$$

Grados de libertad de panelistas.-

$$gl (P) = \text{Número de panelistas} - 1$$

$$gl (P) = 36 - 1 = 35$$

Grados de libertad del error.-

$$gl (E) = gl (T) - gl (Tr) - gl (P)$$

$$gl (E) = 215 - 5 - 35 = 175$$

Los valores cuadráticos medios (CM), se calcularon dividiendo los valores SC entre sus respectivos grados de libertad.

Valor cuadrático medio de los tratamientos.-

$$CM (Tr) = SC (Tr) / gl (Tr)$$

$$CM (Tr) = 9.49 / 1.9 =$$

Valor cuadrático medio de los panelistas.-

$$CM (P) = SC (P) / gl (P)$$

$$CM (P) = 54.46 / 35 = 1.6$$



CIB-ESPOL

Valor cuadrático medio de los errores.-

$$CM (E) = SC (E) / gl (E)$$

$$CM (Tr) = 4888.01 / 175 = 27.93$$

Los valores F para tratamientos y panelistas, se calcularon dividiendo sus respectivos valores CM entre el CM del error, mientras que los valores F tabulados se obtuvieron a partir de las tablas estadísticas de distribución F.

Los resultados de estos cálculos se presentan a continuación:

Fuente de variación	gl	SC	CM	Relación $F_{0.05}$	
				Calculada	Tabulada
Total (T)	215	4951.96			
Tratamiento (Tr)	5	9.49	1.9	0.07	2.22
Panelista (P)	35	54.46	1.6	0.06	1.11
Error (E)	175	4888.01	27.93		

*Significancia con $p \leq 0.05$

Como se puede observar, los valores F tabulados son mayores a los valores F calculados, tanto para los tratamientos como para los panelistas, lo cual indica que no existe diferencias significativas entre los panelistas, ni entre los tratamientos.



CIB-ESPOL

ANEXO K

TABLA USADA PARA CÁLCULOS DE PROCESOS TÉRMICOS POR EL MÉTODO DE STUMBO

f_h / U vs. g

(Microbial Inactivation)



CIB-ESPOL

$\frac{f_h}{U}$	$z = 14$		$z = 18$		$z = 22$	
	g	$\frac{\Delta g}{\Delta j}$	g	$\frac{\Delta g}{\Delta j}$	g	$\frac{\Delta g}{\Delta j}$
0.2	0.000091	0.0000118	0.0000509	0.0000168	0.0000616	0.0000226
0.3	0.00175	0.00059	0.0024	0.00066	0.00282	0.00106
0.4	0.0122	0.0038	0.0162	0.0047	0.020	0.0067
0.5	0.0396	0.0111	0.0506	0.0159	0.065	0.0197
0.6	0.0876	0.0224	0.109	0.036	0.143	0.040
0.7	0.155	0.036	0.189	0.066	0.25	0.069
0.8	0.238	0.053	0.287	0.103	0.38	0.105
0.9	0.334	0.07	0.400	0.145	0.527	0.147
1.0	0.438	0.009	0.523	0.192	0.685	0.196
2.0	1.56	0.37	1.93	0.68	2.41	0.83
3.0	2.53	0.70	3.26	1.05	3.98	1.44
4.0	3.33	1.03	4.41	1.34	5.33	1.97
5.0	4.02	1.32	5.40	1.59	6.51	2.39
6.0	4.63	1.56	6.25	1.82	7.53	2.75
7.0	5.17	1.77	7.00	2.05	8.44	3.06
8.0	5.67	1.95	7.66	2.27	9.26	3.32
9.0	6.13	2.09	8.25	2.48	10.00	3.55
10	6.55	2.22	8.78	2.69	10.67	3.77
15	8.29	2.68	10.88	3.57	13.40	4.60
20	9.63	2.96	12.40	4.28	15.30	5.50
25	10.7	3.18	13.60	4.80	16.9	6.10
30	11.6	3.37	14.60	5.30	18.2	6.70
35	12.4	3.50	15.50	5.70	19.3	7.20
40	13.1	3.70	16.30	6.00	20.3	7.60
45	13.7	3.80	17.00	6.20	21.1	8.0
50	14.2	4.00	17.7	6.40	21.9	8.3
60	15.1	4.3	18.9	6.80	23.2	9.0
70	15.9	4.5	19.9	7.10	24.3	9.5
80	16.5	4.8	20.8	7.30	25.3	9.8
90	17.1	5.0	21.6	7.60	26.2	10.1
100	17.6	5.2	22.3	7.80	27.0	10.4
150	19.5	6.1	25.2	8.40	30.3	11.4
200	20.8	6.7	27.1	9.10	32.7	12.1

Source: Based on L_0 vs. z tables in Stumbo, C. R. 1973. *Thermobacteriology in Food Processing*, 2nd ed. Academic Press, New York.

ANEXO L

TABLA USADA PARA CÁLCULOS DE PROCESOS TÉRMICOS POR EL MÉTODO DE STUMBO

f_h / U vs. g

(Nutrient Degradation)

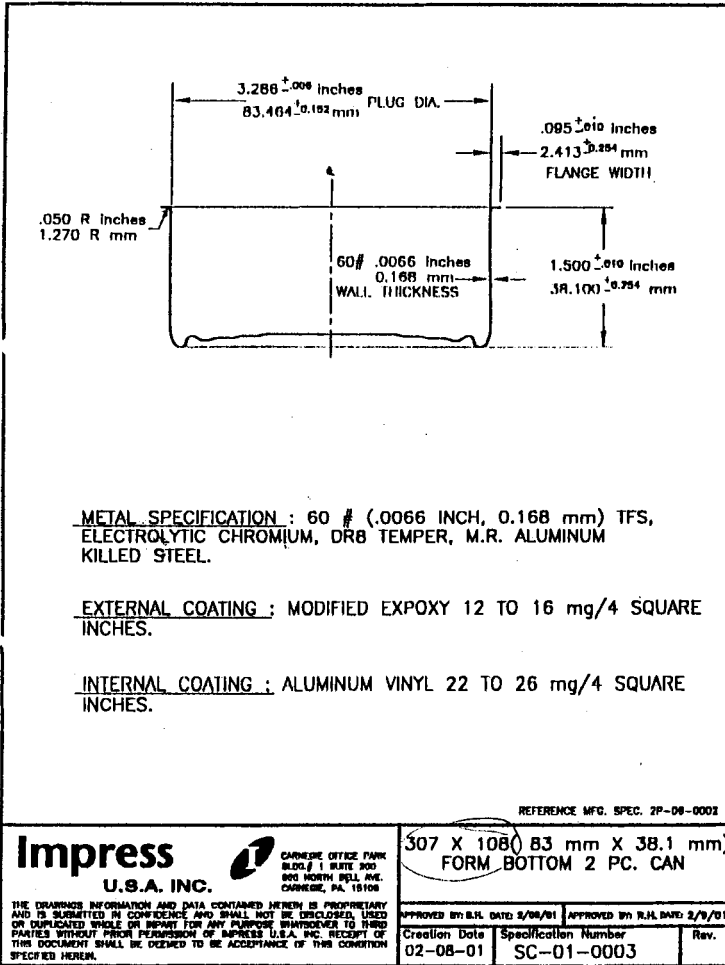


f_h / U	CIB-ESPOL							
	$z = 60$		$z = 70$		$z = 80$		$z = 90$	
	g	$\Delta g / \Delta j$	g	$\Delta g / \Delta j$	g	$\Delta g / \Delta j$	g	$\Delta g / \Delta j$
0.2	0.00018	0.00015	0.000218	0.000134	0.000253	0.00017	0.000289	0.000208
0.3	0.0085	0.000475	0.0101	0.0062	0.000253	0.00017	0.0134	0.0097
0.4	0.0583	0.032	0.0689	0.0421	0.0118	0.00775	0.0919	0.0661
0.5	0.185	0.1025	0.0219	0.0134	0.0802	0.0545	0.292	0.208
0.6	0.401	0.2225	0.474	0.292	0.255	0.17	0.632	0.462
0.7	0.699	0.3875	0.828	0.510	0.552	0.3675	1.101	0.791
0.8	1.064	0.595	1.263	0.777	0.963	0.6425	1.678	1.205
0.9	1.482	0.8325	1.76	1.08	1.469	0.9775	2.34	1.68
1	1.92	1.075	2.30	1.42	2.05	1.45	3.06	2.19
2	7.04	4.025	8.35	5.19	2.68	1.775	11.03	7.88
3	11.63	6.65	13.73	8.58	9.68	6.475	18.0	12.8
4	15.40	9.00	18.20	11.4	12.92	8.65	23.6	16.7
5	18.70	10.25	21.9	13.7	15.85	10.65	28.2	19.7
6	21.40	12.50	25.1	15.6	18.5	12.5		
7	23.80	13.75	27.9	17.2	29	14.0		
8	26.00	15.00	30.3	18.6	23.1	15.5		
9	27.90	16.00	32.5	19.8	25.1	16.75		

Source: Based on f_h / U vs. g tables in Stumbo, C.R. 1973. *Thermobacteriology of Food Processing*. 2nd. Ed. Academia Press. New York

ANEXO M

ESPECIFICACIONES DE LAS LATAS MARCA IMPRESS



CIB-ESPOL

ANEXO N

NORMA DEL CODEX PARA EL ATÚN Y BONITO EN CONSERVA

CODEX STAN 70

Página 1 de 8

NORMA DEL CODEX PARA EL ATÚN Y EL BONITO EN CONSERVA

CODEX STAN 70-1981, Rev. 1-1995

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma se aplica al atún y el bonito en conserva. No se aplica a los productos de especialidad que contengan menos del 50 por ciento n/m de atún.

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Definición del producto

El atún y el bonito en conserva son los productos compuestos por la carne de cualquiera de las especies apropiadas enumeradas a continuación, envasados en recipientes cerrados herméticamente.

- *Thunnus alalunga*
- *Thunnus albacares*
- *Thunnus atlanticus*
- *Thunnus obesus*
- *Thunnus maccoyii*
- *Thunnus thynnus*
- *Thunnus tonggol*
- *Euthynnus affinis*
- *Euthynnus alletteratus*
- *Euthynnus lineatus*
- *Katsuwonus pelamis* (sinónimo: *Euthynnus pelamis*)
- *Sarda chiliensis*
- *Sarda orientalis*
- *Sarda sarda*



CIB-ESPOL

2.2 Definición del proceso

Los productos tendrán que haber sido objeto de una elaboración suficiente que asegure su esterilidad en el momento de la comercialización.

2.3 Presentación

El producto se presentará de la siguiente manera:

2.3.1 **Compacto** (con o sin piel): el pescado estará cortado en segmentos transversales que se colocarán en la lata con los planos de sus cortes transversales paralelos al fondo de la lata. La proporción de trozos pequeños o trozos sueltos en general no superará el 18 por ciento del peso escurrido del envase.

2.3.2 **En trozos**: pedazos de pescado, la mayor parte de los cuales tienen como mínimo 1,2 cm de longitud en cada lado y mantienen la estructura original del músculo. La proporción de trozos de carne de dimensiones inferiores a 1,2 cm no será superior al 30 por ciento del peso escurrido del contenido de la lata.

2.3.3 **En trozos pequeños**: una mezcla de partículas y pedazos de pescado, la mayor parte de los cuales tienen menos de 1,2 cm de longitud en cada lado pero conservan la estructura muscular de la carne. La proporción de trozos de carne de dimensiones inferiores a 1,2 cm será superior al 30 por ciento del peso escurrido del contenido de la lata.

2.3.4 **En migas o desmenuzados**: una mezcla de partículas de pescado cocido reducidas a dimensiones uniformes, en la cual las partículas aparecen separadas y no forman una pasta.

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

- i) sea suficientemente distinta de las demás formas de presentación estipuladas en la presente Norma;
- ii) satisfaga todos los demás requisitos de la presente Norma;
- iii) esté debidamente descrita en la etiqueta de manera que no induzca a error o a engaño al consumidor.

3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

3.1 Materia prima

Los productos estarán preparados con pescado sano de las especies indicadas en el apartado 2.1 de una calidad apta para venderse fresco 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 Descomposición

Los productos no contendrán más de 10 mg/100 g de histamina, tomando como base la media de la mitad de muestra analizada.

3.4 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

Espesasantes o agentes gelificantes (en el medio de envasado exclusivamente)

400	Ácido algínico
401	Alginato de sodio
402	Alginato de potasio
404	Alginato de calcio
406	Agar
407	Carragaenina y sus sales de Na, K, NH ₄ (incluido el furcelaran)
407a	Alga <i>enchema</i> elaborada
410	Goma de algarrobo
412	Goma guar
413	Goma de tragacanto
415	Goma xantán
440	Pectinas (amidadas y no amidadas)
466	Carboximetilcelulosa sódica

BPF



CIB-ESPOL

Almidones modificados (químicamente)

1401	Almidones tratados con ácido	BPF
1402	Almidones tratados con álcalis	
1404	Almidón oxidado	
1410	Fosfato de monoalmidón	
1412	Fosfato de dialmidón, esterificado con trimetafosfato de sodio, esterificado con oxiclورو de fósforo	
1413	Fosfato de dialmidón fosfatado	
1414	Fosfato de dialmidón acetilado	
1420	Acetato de almidón esterificado con anhídrido acético	
1421	Acetato de almidón esterificado con acetato de vinilo	
1422	Adipato de dialmidón acetilado	
1440	Almidón hidroxipropilado	
1442	Fosfato de dialmidón hidroxipropilado	

Reguladores del pH

260	Ácido acético glacial	BPF
270	Ácido láctico (L-, D- y DL-)	
330	Ácido cítrico	

Sólo para el atún y el bonito en conserva

450 i)	Difosfato disódico	10 mg/kg, expresado como P ₂ O ₅ (con inclusión de los fosfatos naturales)
--------	--------------------	--

Aromatizantes naturales

Aceites con especias	BPF
Extractos de especias	
Aromas de ahumado (preparados naturales con sabor de ahumado y extractos de los mismos)	

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 toma de muestras 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) ninguna unidad de muestra contendrá histamina en cantidades superiores a 20 mg por cada 100 g;
- iii) 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
- iv) estará contenido en un envase exento de defectos que puedan impedir su cierre hermético.

5.3 Se recomienda que el producto al que se aplica las disposiciones de la presente Norma se prepare 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) las secciones sobre los productos de acuicultura en el Anteproyecto de Código Internacional de Prácticas para Pescados y Productos Pesqueros (en preparación)¹.

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 "atún", o "bonito" y podrá ir precedido o seguido por el nombre común o vulgar de la especie, con arreglo a la legislación y costumbre del país donde se venda el producto y de manera que no induzca a engaño al consumidor.

6.1.2 El nombre del producto podrá estar calificado o ir acompañado de un término que describa el color del producto, siempre y cuando la palabra "blanco" se utilice exclusivamente para el *Thunnus alalunga* y los términos "claro", "oscuro" y "mezcla" se empleen únicamente en conformidad con las normas vigentes en el país en que se venda el producto.

6.2 Forma de presentación

La forma de presentación estipulada en la Sección 2.3 deberá figurar junto al nombre común.

6.2.1 El nombre del medio de envasado formará parte del nombre del alimento.

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. 1-1971).
- ii) El muestreo de lotes para la determinación del peso neto y del peso escurrido se realizará, cuando proceda, 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 de las secciones 7.3 a 7.5, del Anexo A y de las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31-1999).

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:

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

- i) pesar el envase sin abrir;
- ii) abrir el envase y extraer el contenido;
- iii) pesar el envase cerrado (con inclusión de la tapa) después de haber extraído 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 el pescado durante dos minutos a partir del momento en que el producto se haya vertido en el tamiz;
- iv) pesar el tamiz con el pescado escurrido;
- v) determinar el peso del pescado escurrido se obtiene restando el peso del tamiz del peso del tamiz con el producto escurrido.

7.5 Determinación del peso escurrido lavado (para los productos en salsa)

- i) Mantener el envase a una temperatura de 20 °C a 30 °C durante un mínimo de 12 horas antes del examen;
- ii) abrir e inclinar el envase y lavar la salsa de cobertura; lavar luego el contenido con agua corriente caliente (a 40 °C aproximadamente), utilizándose una botella para lavar (por ejemplo, de material plástico) sobre un tamiz circular previamente pesado;
- iii) lavar el contenido del tamiz con agua caliente hasta eliminar totalmente la salsa adherida; en caso necesario, separar con unas pinzas los ingredientes facultativos (especias, hortalizas, frutas). Inclinar el tamiz con un ángulo de 17° a 20° aproximadamente y dejar escurrir el pescado durante dos minutos a partir del momento en que se haya completado el lavado;
- iv) eliminar el agua adherida al fondo del tamiz utilizándose una toalla de papel. Pesar el tamiz con el pescado lavado escurrido;
- v) el peso lavado escurrido se obtiene restando el peso del tamiz del peso del tamiz con el producto escurrido.

7.6 Determinación de la presentación

La presentación de todas las unidades de muestra se determinará mediante el procedimiento siguiente:

- i) abrir la lata y escurrir el contenido, siguiendo el procedimiento indicado en 7.4;
- ii) extraer el contenido y colocar en una criba de malla con aberturas de 1,2 cm de lado, equipado con una vasija recolectora;
- iii) separar el pescado con una espátula procurando no destruir la configuración de los trozos. Asegurarse de que los trozos de pescado más pequeños se coloquen sobre las aberturas de la malla de manera que puedan caer dentro de la vasija recolectora;
- iv) separar el material contenido en la vasija según esté en forma de trozos pequeños,



migas (desmenuzado) o pasta y pesar cada porción a fin de determinar el peso de cada componente;

- v) si se ha declarado que el producto se presenta en "trozos", pesar la criba con el pescado retenido y registrar el peso. Restar el peso de la criba vacía para determinar el peso del atún compacto y en trozos;
- vi) si se ha declarado que el producto se presenta en forma "compacta", extraer de la criba los trozos de menor tamaño y pesar nuevamente. Restar el peso de la criba para determinar el peso del atún "compacto".

Cálculos

- i) Expresar el peso del pescado en trozos pequeños desmenuzado (en migas o en forma de pasta) como porcentaje del peso escurrido total.

$$\% \text{ trozos pequeños} = \frac{\text{Peso de los trozos pequeños}}{\text{Peso total del pescado escurrido}} \times 100$$

- ii) Calcular el peso del pescado compacto y en trozos retenido en la criba mediante una resta y exprésese como porcentaje del peso escurrido total del pescado.

$$\% \text{ pescado compacto y en trozos} = \frac{\text{Peso del pescado compacto y en trozos}}{\text{Peso total del pescado escurrido}} \times 100$$

- iii) Calcular el peso del pescado compacto retenido en la criba mediante una resta y expresar como porcentaje del peso escurrido total del pescado.

$$\% \text{ pescado compacto} = \frac{\text{Peso del pescado compacto}}{\text{Peso total del pescado escurrido}} \times 100$$

7.7 Determinación del contenido de histamina

AOAC 977.13

8. DEFINICIÓN DE DEFECTOS

Una unidad de muestra se considerará defectuosa cuando presente cualquiera de las características que se determinan seguidamente.

8.1 Materias extrañas

Cualquier materia presente en la unidad de muestra que no provenga del pescado o del medio de envasado, 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; o
- iii) presencia de orificios en la carne en más del 5 por ciento del contenido escurrido.

8.4 Alteraciones del color

Una unidad de muestra con claras alteraciones del color que sean signo de descomposición o ranciedad con manchas de sulfuro que afecten a más del 5 por ciento del contenido escurrido.

8.5 Materias objetables

Una unidad de muestra que presente 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. 1-1971);
- ii) el número total de unidades de muestra que no se ajustan a la forma de presentación y a la denominación del color definidas 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. 1-1971);
- iii) el peso neto medio o el peso escurrido medio, según corresponda, de todas las unidades de muestra examinadas no es inferior 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.



CIB-ESPOL

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. Examinar el producto para determinar la presencia de alteraciones del color.
4. Extraer cuidadosamente el producto y determinar la forma de presentación en conformidad con los procedimientos descritos en la Sección 7.5.
5. Examinar el producto para determinar la presencia de alteraciones del color, materias extrañas o cristales de estruvita. La presencia de espinas duras indica una elaboración insuficiente y hace necesaria una evaluación de la esterilidad.
6. Determinar el olor, sabor y textura en conformidad con las Directrices para la Evaluación Sensorial del Pescado y los Mariscos en Laboratorio (CAC/GL 31-1999).



CIB-ESPOL

BIBLIOGRAFÍA

1. ANZALDÚA-MORALES ANTONIO, La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1994
2. BARBOSA-CANOVAS GUSTAVO, Manual de Laboratorio de Ingeniería de Alimentos. Primera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España
3. BARBOSA-CANOVAS GUSTAVO, Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos, Technomic Publishing Co Inc., Pennsylvania, U.S.A., 1999
4. CÁCERES PATRICIO, "Aprovechamiento de los Excedentes del Banano de Exportación: Obtención de un Producto Tipo Aderezo" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2000)

5. **CASP A, Procesos de Conservación de Alimentos. Segunda Edición.
Ediciones Mundi-Prensa**
6. **LEUNG WOOT-TSUEN WU, Tabla de Composición de Alimentos para
Uso en América Latina, Segunda Edición, Interamericana, 1975**
7. **SHARMA SHRI, Ingeniería de Alimentos: Operaciones Unitarias y
Prácticas de Laboratorio, Primera Edición, Editorial Limusa Willey**
8. **TOLEDO ROMEO, Fundamentals of Food Process Engineering.
Second Edition**
9. **WARNE D., Manual sobre el Envasado de Pescado en Conserva,
FAO Documento Técnico de Pesca N° 285, Roma, 1989**
10. **WATTS B.M., Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de
Alimentos. Centro Internacional de Investigación. Otawa, Canadá.
1989**
11. **<http://mailweb.udlap.mx/~jwelti/Selectos/tema1.pdf>**
12. **<http://usuarios.lycos.es/pabcortes/altas/altas7.htm>**

13. <http://www.cfsan.fda.gov/~frf/tzfgsgen.html>

14. <http://www.foodcanning.com/tunacanned.html>

15. <http://www.nutrar.com/detalle.asp?ID=132>

16. <http://www.sica.gov.ec>



CIB-ESPOL