

+M / 597.55 / 394

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POST GRADO

**Sección de Escuela de Post Grado de la Facultad de Ciencias
Económicas**

MAESTRIA EN INVESTIGACION Y DOCENCIA UNIVERSITARIA

002



**INFLUENCIA DE LA PRECOCCION EN LA CALIDAD
Y RENDIMIENTO DE LA SARDINA ENLATADA**

TESIS SUSTENTADA POR

JOSE ZUTA RUBIO

PARA OPTAR EL GRADO DE

Maestro en Investigación y Docencia Universitaria

CALLAO - MAYO 2000

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

DIRECTORIO DE AUTORIDADES :

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD	Mg. ALBERTO ARROYO VIALE
DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POST-GRADO	Ms.C. MARIA T. VALDERRAMA R.
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS	Eco. DAVID DAVILA CAJAHUANCA
DIRECTOR DE LA SECCION DE POST GRADO	Mg. COLONIBOL TORRES BARDALES

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE	:	Mg. Carlos Choquehuanca Saldarriaga
Secretario	:	Mg. Walter Arsenio Vidal Tarazona
Miembro	:	Mg. Leoncio Tito Ataurima
Miembro	:	Mg. José Cáceres Paredes

Asesor de Tesis : Dr. Miguel A. Rodriguez Rivas

INDICE

Resumen	1
Introducción	2

CAPITULO I

MARCO METODOLOGICO Y TEORICO

1.1	Planteamiento del Problema	4
1.2	Objetivos de la Investigación	5
1.2.1	Objetivos Generales	5
1.2.2	Objetivos Específicos	5
1.3	Hipótesis	6
1.3.1	Enunciado de la Hipótesis	6
1.3.2	Variables	6
1.3.3	Indicadores de las Variables	8
1.3.4	Modelo de Análisis	8
1.4	Fundamentos Teóricos	9
1.4.1	La Etapa de la Precocción	9
1.4.2	Influencia de la Temperatura	10
1.4.3	Influencia del PH	11
1.4.4	Influencia de la Salificación	11
1.4.5	Fundamento del Exudado en la Cocción del Músculo	12
1.5	Materiales y Métodos	12
1.5.1	Materiales	12
	A. Materia Prima	

B. Instrumentos y Equipos	
1.5.2 Determinación de la Muestra	13
1.5.3 Técnicas del Experimento	14
a. Proceso de Enlatado Experimental	
b. Examen Sensorial	
c. Control de Peso del Pescado, LG y Aceite en la conserva	
1.5.4 Técnicas Estadísticas	18

CAPITULO II

DESCRIPCION Y ANALISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

2.1 Composición y Estructura	20
2.1.1 Composición	20
2.1.2 Estructura	21
2.2 Cambios en el Pescado durante el Calentamiento	22
2.2.1 Cambios en la Retención de Agua	22
2.2.2 Tiempo	23
2.2.3 Temperatura	23
2.2.4 Area Superficial	24
2.2.5 Presión	24
2.2.6 PH	25
2.2.7 Adición de Sales	25
2.2.8 Composición del Licor de Cocinado	25

2.2.9	Cambios en las Proteínas	26
2.2.10	Cambios en la Apariencia General, Color, Olor, Sabor y Textura	28
2.3	Conservas de Pescado	30
2.3.1	Definición	30
2.3.2	Proceso de Enlatado	31
2.3.3	Operaciones de Tratamiento Térmico en el Proceso de Enlatado	32
	a. La Precocción Térmica	
	b. Esterilización Térmica	
2.3.4	Normas para la Calificación de Conservas	35
2.4	Sardinas	37

CAPITULO III

ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

3.1	Resultados con Muestra de Sardinas sin Presalar	39
3.1.1	Pérdidas de Peso en el Proceso de Enlatado	39
	3.1.1.1 Pérdida de Peso por Exudado en la Precocción y Oreado	39
	3.1.1.2 Pérdida de Peso en el Fileteado	40
	3.1.1.3 Pérdida de Peso por Exudado en el Esterilizado	41
3.1.2	Composición de la Conserva	43
	3.1.2.1 Proporción de Pescado en la Conserva Terminada	43
	3.1.2.2 Proporción de Líquido de Gobierno (LG) en la Conserva Terminada	44
	3.1.2.3 Proporción de Exudado en el LG de la Conserva Terminada	44

3.1.3	Rendimiento de la Materia Prima	44
3.1.3.1	Rendimiento del Pescado Precocido en la Conserva	45
3.1.3.2	Rendimiento Final de la Sardina Fresca en la Conserva	46
3.1.4	Calidad Sensorial de la Conserva	46
3.1.5	Evolución de la Temperatura con el Tiempo Durante la Precocción	47
3.2	Resultados con Muestras de Sardina Presaladas 30 Minutos	47
3.2.1	Pérdida de Peso en el Proceso de Enlatado	47
3.2.1.1	Pérdida de Peso por Exudado en la Precocción y Oreado	47
3.2.1.2	Pérdida de Peso en el Fileteado	49
3.2.1.3	Pérdida de Peso por Exudado en el Esterilizado	49
3.2.2	Composición de la Conserva	51
3.2.2.1	Proporción de Pescado en la Conserva Terminada	51
3.2.2.2	Proporción de LG en la Conserva Terminada	52
3.2.2.3	Proporción de Exudado en el LG de la Conserva Terminada	52
3.2.3	Rendimiento de la Materia Prima	53
3.2.3.1	Rendimiento del Pescado Precocido Envasado en la Conserva	53
3.2.3.2	Rendimiento Final de la Sardina Fresca en la Conserva	54
3.2.4	Calidad Sensorial de la Conserva	54
3.2.5	Evolución de la Temperatura con el Tiempo durante la Precocción	55
3.3	Resultados con Muestra de Sardina Presaladas 60 Minutos	55
3.3.1	Pérdida de Peso en el Proceso de Enlatado	55
3.3.1.1	Pérdida de Peso por Exudado en la Precocción y Oreado	55

3.3.1.2	Pérdida de Peso en el Fileteado	57
3.3.1.3	Pérdida de Peso por Exudado en el Esterilizado	57
3.3.2	Composición de la Conserva	59
3.3.2.1	Proporción de Pescado en la Conserva Terminada	59
3.3.2.2	Proporción de LG en la Conserva Terminada	60
3.3.2.3	Proporción de Exudado en LG de la Conserva Terminada	60
3.3.3	Rendimiento de la Materia Prima	61
3.3.3.1	Rendimiento del Pescado Precocido Envasado en el Enlatado	61
3.3.3.2	Rendimiento Final de la Sardina Fresca en la Conserva	62
3.3.4	Calidad Sensorial de la Conserva	62
3.3.5	Evolución de la Temperatura en el Tiempo durante la Precocción	62
3.4	Discusión de los Resultados	65
3.4.1	Pérdida de Peso por Exudado en la Precocción	65
3.4.2	Pérdida de Peso en el Fileteado	65
3.4.3	Licor de Esterilizado	66
3.4.4	Características Sensoriales del Producto en Conserva	66
3.4.5	Agua Exudada en el Líquido de Gobierno Final	66
3.4.6	Rendimiento de la Materia Prima	66
	Conclusiones	67
	Recomendaciones	69
	Bibliografía	71
	Apéndice	77

RESUMEN

En este estudio se da a conocer los resultados de la influencia de la intensidad de la precocción en las variaciones de la pérdida de peso y rendimiento en las etapas del proceso de enlatado y en la composición y características sensoriales de la conserva de sardina, así como también la temperatura óptima de precocción y las ecuaciones y gráficas de distribución que correlacionan y permiten predecir en forma aproximada dichas variables.

El tipo de proceso de enlatado del experimento es el de envasado de pescado precocido con adición de agua y sal en envases de ½ lb tuna; variando la temperatura de precocción y manteniendo constante la fórmula del esterilizado.

Los resultados precitados han inducido a confirmar que la precocción es el factor que influye de manera directa en el rendimiento y calidad del pescado enlatado.

INTRODUCCIÓN

La precocción puede ser considerada un factor principal en el proceso de elaboración de conservas. De ahí la importancia de su estudio que puede permitir regular el rendimiento final del pescado y la calidad sensorial del producto e inclusive reducir los costos de producción por ahorro energético o por la simplificación del proceso productivo.

En ese sentido, nos propusimos determinar la intensidad óptima de la precocción que se adecue a la etapa de esterilización del proceso de enlatado de sardina para obtener el mejor rendimiento del pescado y una mayor calidad del producto.

La idea es que si la sardina precocida se envasa en filetes con líquido de gobierno y esteriliza, a fórmula establecida, entonces la composición de la conserva, la pérdida de peso y rendimiento de la materia prima y la calidad sensorial varían según la temperatura de precocción; siendo la temperatura de precocción óptima la que ajusta mejor la conserva a la sazón y a las normas o estándares de calificación del mercado y al gasto energético.

Una vez seleccionada la materia prima (sardina) y los equipos necesarios, se llevó a cabo el proceso de enlatado experimental, el examen sensorial y el control del peso del pescado, del líquido de gobierno y del aceite en la conserva. Todo este proceso nos permitió obtener los datos necesarios para poder calcular los indicadores de las variables y aplicar las técnicas estadísticas que evidenciaran el grado de asociación entre ellos.

La conclusión más importante de este estudio es que la temperatura de precocción óptima de la sardina fresca entera adulta, que ajusta mejor la conserva a la sazón, a los estándares de calificación del mercado y al gasto energético es de 95°.

Los resultados de nuestra investigación los presentamos en tres capítulos. El primer capítulo está referido a la elaboración del marco metodológico y teórico, a través del cual se da cuenta de los propósitos, propuestas y métodos utilizados para probar la hipótesis. El segundo capítulo corresponde a la descripción y análisis del objeto de estudio, a través del cual se expone detalladamente la estructura y composición de la sardina, el efecto de los cambios de la temperatura sobre el pescado y el proceso de enlatado, entre otros. El tercer capítulo está destinado al análisis y discusión de los resultados obtenidos en el experimento. Finalmente, hacemos una exposición más o menos amplia de las conclusiones a que se ha arribado y una breve exhortación para que se continúen desarrollando trabajos de investigación en esta línea.

Sería muy largo nombrar a todas las personas que han colaborado en la realización de esta investigación, por eso quiero agradecer a todas las personas que, directa o indirectamente, pusieron a mi disposición sus conocimientos, su trabajo, sus equipos, su aliento para llegar a feliz puerto.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO Y TEÓRICO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el proceso de enlatado de pescado; entre las etapas de precocción, drenado, adición de líquido de gobierno, esterilizado, y las propiedades observacionales: de rendimiento del pescado y calidad del producto enlatado, existen las siguientes relaciones funcionales de causalidad:

La precocción produce la liberación de líquido acuoso de los tejidos del pescado, que al ser drenado se traduce en pérdida de peso que afecta el rendimiento del pescado. De la intensidad de la precocción, dependen los cambios en el color del pescado y la alteración de composición y aspecto del líquido de gobierno de la conserva, afectando ambos la calidad del producto. Con la adición del líquido de gobierno o salsa se combinan las características sensoriales de los ingredientes, que lo componen, con las del pescado cocinado; contribuyendo a dar al producto enlatado terminado la sazón o punto de mejor sabor, olor, atractivo. El líquido de gobierno, según los ingredientes que lo componen, influye en la textura final del músculo ablandándolo más enérgicamente a medida que el tejido contiene menor humedad.

La esterilización, como tratamiento térmico, determinada para eliminar las esporas y microorganismos patógenos, si es precedida por un periodo de precocción deficiente, produce la eliminación no deseable de líquido acuoso que altera significativamente la concentración de la salsa, el color de la carne y el aspecto de la conserva.

Del análisis precedente, se desprende que la precocción puede ser caracterizada como el factor causal principal en el proceso de elaboración de conservas que puede permitir plantear problemas para lograr regular el rendimiento final del pescado y la calidad sensorial del producto; así como, para reducir los costos de producción y simplificar el proceso productivo.

Las inferencias precedentes han inducido a plantear el problema de la investigación.

Sea el problema formulado: ¿La determinación del tratamiento térmico en la precocción, a la que se somete la sardina durante la elaboración de conservas precocidas, permitirá incrementar o mejorar el rendimiento y la calidad del producto terminado?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de nuestra investigación es:

Determinar la temperatura de precocción de la sardina, que ocasione la pérdida de peso, por exudación, suficiente para que permita estandarizar el rendimiento de la materia prima y la calidad de la conserva como producto terminado.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la cantidad de exudado, que la sardina pierde durante la precocción, oreado y esterilizado, en función a temperatura de precocción.

Calcular la proporción (o porcentaje) de exudado presente en el líquido de gobierno de la conserva.

Calcular el rendimiento de la sardina, como materia prima, en la elaboración de conserva precocida, en función de la temperatura de precocción.

Determinar modelos matemático, lineal o no, que relacione la temperatura de precocción con la cantidad de exudado que el producto pierde durante la precocción, oreado, esterilizado; y permiten obtener los rendimientos de materia prima y la proporción de exudado de líquido de gobierno.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 ENUNCIADO

El tratamiento térmico de precocción de la sardina, a temperaturas comprendidas entre 60 y 98°C, afecta en relación directamente proporcional a la cantidad de líquido exudado, que la sardina pierde durante las etapas de precocción, oreado y esterilizado; en el proceso de elaboración de conservas.

1.3.2 VARIABLES

A partir del enunciado de la hipótesis y desde la perspectiva del problema y de los objetivos señalados podemos establecer las siguientes relaciones entre las variables. (Ver Esquema 1)

La precocción del pescado, produce los efectos de exudación acuosa y pérdida de peso en la precocción, y separación por capas del músculo, adecúa la exudación, pérdidas de peso en el esterilizado y condiciona la calidad de la conserva. Los factores de intensidad de la precocción que controlan la magnitud de los efectos precitados son la temperatura, el

PH, la salificación y la resistencia a la desnaturalización de las proteínas (según especie y condiciones de temperatura del hábitat y postmortem, contenido graso, forma geométrica, grado de seccionamiento). En el esterilizado, si la intensidad de la precocción ha sido deficiente el pescado precocido exuda y altera el líquido de gobierno, pierde peso, encoge, endurece, se opaca y varía en olor y sabor según el grado de la deficiencia indicada. Si la intensidad de la precocción es excesiva puede dar lugar a absorción del líquido de gobierno e hinchamiento del pescado. La precocción en el proceso de enlatado influye en el rendimiento del pescado en el esterilizado y la calidad final del producto enlatado. Los rendimientos aludidos es la relación porcentual entre el peso del pescado esterilizado escurrido y el peso del pescado envasado o de la sardina fresca. La calidad final del producto depende de la proporción de exudado en el líquido de gobierno, de la proporción del pescado en el producto y de las características sensoriales.

ESQUEMA 1
CUADRO DE VARIABLES INTERPRETATIVAS

Precocción de pescado	Desnaturalización de las proteínas	- Exudación - Separación en capas (desmenuzable)
	Intensidad	- Temperatura - Salado - PH - Resistencia de la especie
Esterilizado	Rendimiento del pescado	- Con relación sardina fresca - Con relación sardina envasada
	Calidad	- Proporción de pescado - Proporción de liq. Gobierno - Proporción de exudado en el liq. Gobierno - Características sensoriales
Conserva Terminada	Espacio de cabezas en envase	

1.3.3 INDICADORES DE LAS VARIABLES

De acuerdo al Esquema 1 de variables interpretativas, han sido seleccionados los siguientes indicadores:

Indicadores de la Variable Independiente:

Temperatura central interna de precocción de la sardina.

Indicadores de las Variables Dependientes:

Pérdida de peso, de la sardina, en precocción y oreado (E_p)

Pérdida de peso, de la sardina, en el fileteado (PP_f)

Pérdida de peso, de la sardina, en esterilizado (E_c)

Proporción de sardina en conserva (S_c)

Proporción de líquido de gobierno, en la conserva (LG_c)

Proporción de exudado en el líquido de gobierno (E_{lg})

Calificación Sensorial

Rendimiento de la sardina precocida envasada (R_c)

1.3.4 MODELO DE ANÁLISIS

Las relaciones entre las variables permite establecer el Modelo de Análisis Observacional Experimental para la contrastación de la hipótesis, tal como lo hemos hecho en el Esquema 2, en el cual:

G_1, G_2, G_3 son los grupos experimentales de sardina

T_1, T_2, T_3 son diferentes intensidades de precocción en el proceso de enlatado (VI)

Y_1, Y_2, Y_3 son los resultados de calidad y rendimiento en la conserva

terminada (VD)

VI es la variable independiente

VD es la variable dependiente.

La unidad de análisis es el pescado.

ESQUEMA 2
MODELO DE ANALISIS OBSERVACION AL EXPERIMENTAL

Grupos Experimentales de Sardina	Intensidad de la precocción (VI)		
G ₁	T ₁		
G ₂		T ₁	
G ₃			T ₁
Medidas en la conserva (VD)	Y ₁	Y ₁	Y ₁
Comparaciones			

1.4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.4.1 LA ETAPA DE LA PRECOCCIÓN

La etapa de precocción en el proceso de enlatado de pescado está destinada a la liberación de líquido acuoso de los tejidos del músculo del pescado como paso previo al fileteado, envasado y esterilización en latas cerradas al vacío (Zuta, 1990).

Los constituyentes básicos del músculo son: agua (75,0 %), proteínas (20%), grasas (3 %), glúcidos (1,2%) y sales minerales (0,8%). Composición que varía dependiendo de las especies, edad, estado fisiológico, medio ambiente (Cheftel, 1976).

Las proteínas en su conformación nativa se encuentran hidratadas, en disposición tridimensional, a un PH, una temperatura y una determinada fuerza iónica (Lehninger, 1979).

La estructura nativa de la proteína es estabilizada por dos enlaces fuertes o covalentes (peptídicos y disulfuro) y tres clases de enlaces débiles no covalentes (de hidrógeno, hidrófobos y electrostáticos o salinos).

La destrucción de la estructura nativa de las proteínas se denomina desnaturalización. Por lo general las proteínas desnaturalizadas son menos solubles en agua y a menudo precipitan en soluciones acuosas (Martín D., 1986).

De la conformación agua-proteínas del músculo y de la propiedad de hidratación de las proteínas, se atribuye la presencia en el músculo de un estado coloidal tipo sol liófilo, donde la fase dispersa principal es la proteína y la fase dispersante el agua. Al atribuir la presencia en el músculo de tal estado, la estabilidad y ruptura de éste queda fundamentada por los principios científicos relativos a la estabilidad de los soles liófilos. Los factores que condicionan la estabilidad de los soles liófilos son la temperatura, el PH y la salificación (Glasstone, 1979).

1.4.2 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Dentro de un rango limitado de valores, la velocidad de una reacción bioquímica, catalizada por enzimas, aumenta cuando se eleva la temperatura, hasta llegar a una temperatura óptima, por encima de la cual la velocidad de reacción decrece rápidamente debido principalmente a la desnaturalización de la enzima por el calor. El incremento de la velocidad debajo de la temperatura óptima resulta del incremento en la energía cinética de las moléculas reaccionantes.

Cuando la temperatura sube aún más, sin embargo, la energía cinética de la molécula de la enzima se vuelve tan grande por sí misma que excede la barrera energética para romper los enlaces secundarios que mantienen a la enzima en su estado nativo. Hay en consecuencia una desnaturalización (Martín D., 1986).

1.4.3 INFLUENCIA DEL PH

La carga eléctrica que lleva una partícula de la proteína depende del PH del sol. A PH bajo (ácido) la proteína se cargará positivamente y a PH alto (básico) se cargará negativamente. Por la Ley de Vander Waals las partículas cargadas con signos iguales, todas positivas o todas negativas, se repelen mutuamente y permanecen dispersas en el medio líquido en suspensión permanente. Pero para algún PH intermedio las cargas (+) y (-) de las proteínas se neutralizan (punto isoeléctrico), punto en el que puede ser provocada la precipitación o coagulación de la partícula proteica y la liberación del agua mediante un agente deshidratante (Glasston, 1979). Las leyes electroquímicas de Michael Faraday son de aplicación a las proteínas en estado sol por ser anfóteros y presentan en su superficie cargas (+) y (-).

1.4.4 INFLUENCIA DE LA SALIFICACIÓN

El agregado de electrolitos (como $Cl^- Na^+$) en grandes cantidades a soles liófilos provoca la precipitación de la sustancia dispersa. Este fenómeno llamado salificación es debido a la deshidratación de las partículas dispersas por los iones de sal agregada, en analogía con la influencia de los electrolitos sobre las disoluciones verdaderas. El efecto

coagulante de una sal dada depende de la naturaleza de sus iones.
(Glasstone, 1979).

1.4.5 FUNDAMENTO DEL EXUDADO EN LA COCCIÓN DEL MÚSCULO

El agua y grasa liberada por la cocción debe fluir o exudar a través de las membranas de las células del músculo. La permeabilidad de la membrana de las células puede afectar de modo significativo la difusión de solutos y aún de solventes como el agua. El grado de difusión es inversamente proporcional al número de enlaces de hidrógeno que deben romperse para que un soluto de la fase acuosa exterior logre la partición (o se fraccione) en la bicapa hidrofóbica. Los electrolitos difunden lentamente a través de las membranas por la razón anterior y mientras mayor sea la densidad de su carga eléctrica, menor será el índice de difusión (Martín D. 1986).

1.5 MATERIALES Y MÉTODOS

1.5.1 MATERIALES

a. MATERIA PRIMA

La investigación se extiende a la sardina peruana (*Sardinops sagax*) adulta de 25 a 30 cm.

La sardina adulta constituye actualmente el soporte de la industria de enlatado en sus diversas modalidades

b. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

- Refrigerador

- Balanza Alforza de 10 kg.
- Balanza de precisión digital 500/1000 gr/2 gr. KERN
- Ictiómetro de 0 a 60 cm.
- Calibrador Vernier
- Termómetro digital sensor -50/+150°C HANN
- Phmetro digital c/conector 0.01 pH HANN
- Cuchillos
- Mesas y tableros de fileteco
- Cocinador a vapor
- Canastillas de malla de alambre
- Envases de hojalata 1/2 lb tuna
- Túnel exhauster
- Cerradora semiautomática de latas
- Autoclave vertical
- Tamiz de 40 - 50 mallas/pulgada
- Embudo
- Vasos graduados de 50 ml
- Probetas graduadas de 50 ml
- Pinzas de laboratorio
- Laboratorio de control químico

1.5.2 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Las Tablas 1, 8 y 15 del Apéndice contienen los promedios de talla (entre 26 y 29 cm) y peso (entre 165,5 y 233 gr) de las sardinas utilizadas en el proceso de enlatado. Para las pruebas se preparó tres

grupos experimentales de 6 a 9 individuos cada uno. Un primer grupo no se presaló, un segundo grupo se presaló durante 30 minutos y un tercer grupo se presaló durante 60 minutos en salmuera concentrada.

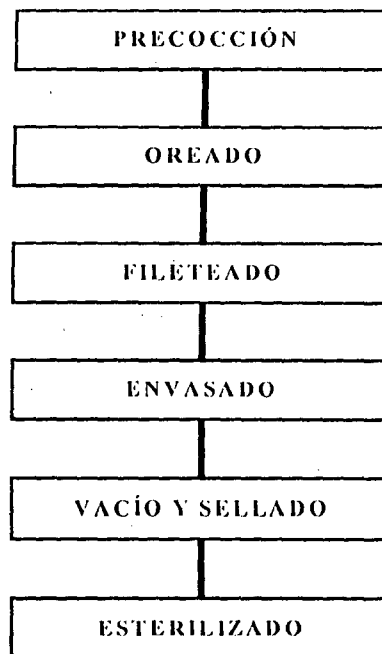
1.5.3 TÉCNICAS DEL EXPERIMENTO

a. PROCESO DE ENLATADO EXPERIMENTAL

El proceso de enlatado experimental está constituido por las siguientes etapas: precocción, oreado, fileteado, envasado, vacío y sellado, cierre de vacío y esterilizado, tal como podemos observar en el Esquema 3

ESQUEMA 3.

PROCESO DE ENLATADO EXPERIMENTAL



A continuación vamos a describir brevemente el contenido de cada una de las etapas.

- **Precocción**

La precocción está insertada entre la serie de etapas del proceso. La sardina entera colocada en la canastilla del cocinador, llevando insertado el termómetro en su punto de más lento calentamiento, es expuesta al vapor de 101,3° C hasta alcanzar, dependiendo de la prueba experimental, las temperaturas de precocción de 60°, 70°, 80°, 90°, 95° y 98° C

La medida de la variación de la temperatura del pescado en la cámara de vapor del cocinador se realizó observando y registrando el tiempo cada 5° C de elevación de la temperatura en el termómetro introducido en el punto de calentamiento más lento de la sardina, hasta alcanzar la temperatura de precocción de la prueba experimental.

- **Orcado**

Lucgo de precocidos los pescados fueron enfriados a temperatura ambiente y pesados.

- **Fileteado**

Las sardinas precocidas se descabezan, evisceran y filetean. Los filetes, libres de piel, escamas, sangre coagulada y carne oscura, fueron pesados y cortados transversalmente obteniéndose el sólido.

- **Envasado**

Los filetes obtenidos de cada grupo experimental fueron

envasados en latas de 307 x 113 (Tuna de 1/2 libra) cuyo contenido neto fue de 170 gr de filetes.

Las latas con filetes de sardina precocida sin presalar, recibieron una dosis de 25 ml de agua hirviendo y 3 gr de sal.

Las latas con filetes de sardina precocida con presalado, recibieron una dosis de 25 ml de agua hirviendo.

- **Vacío y Sellado**

Las latas con el contenido se hacen pasar por el túnel exhaustor para eliminar el aire y crear un vacío óptimo de 10 a 12 pulgadas de Hg.

Inmediatamente después las latas son selladas en la cerradora.

- **Esterilizado**

Una vez que las latas son cerradas y selladas con el contenido son introducidas en el autoclave para ser procesadas térmicamente de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\frac{10 - 60 - 10}{116 (10,3 \text{ lb/in}^2)}$$

b. EXAMEN SENSORIAL

El examen sensorial se realizó, a la apertura de la lata de conserva, según las técnicas usuales, con una escala de calificación organoléptica que presenta una calificación cualitativa (Excelente, Bueno, Aceptable, Inaceptable) que

coincide con una calificación cuantitativa que va de 4 a 1 según la calidad de la conserva de sardina. La escala de calificación es la siguiente:

**Escala de Calificación Organoléptica
de la Conserva de Sardina**

Calificación	Puntos	Descripción
Excelente	4	Olor muy agradable, característico. Color blanco pálido. Textura firme. Líquido de gobierno no observable. Sabor muy agradable, característico.
Bueno	3	Olor muy agradable, característico. Color blanco pálido con algunas zonas rosadas. Textura firme, líquido de gobierno no observable. Sabor muy agradable.
Aceptable	2	Olor agradable. Color rosado leve, con zonas blanco-pálidas. Textura ligeramente blanda. El líquido de gobierno se nota en las intersecciones. Sabor agradable.
Inaceptable	1	Olor desagradable. Color pardo oscuro. Textura muy blanda. El líquido de gobierno cubre la superficie. Sabor desagradable.

c. CONTROL DE PESO DEL PESCADO, LÍQUIDO DE GOBIERNO Y ACEITE EN LA CONSERVA

Vertemos el contenido del envase sobre el tamiz, previamente colocado en el embudo y éste sobre la probeta tarada. Dejamos escurrir libremente de 15 a 20 minutos. Pesamos por separado el tamiz con el pescado retenido y la bureta con el contenido. El peso del pescado en la conserva y del líquido de gobierno es obtenido restando el peso del tamiz y de la bureta, respectivamente.

1.5.4 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

- 1° El grado de asociación entre la temperatura de precocción, con las pérdidas de peso en el proceso de enlatado, con la proporción de los componentes de la conserva terminada y con el rendimiento de la materia prima, ha sido evaluado a través del coeficiente de correlación.
- 2° Las ecuaciones que relacionan la temperatura de precocción con las pérdidas de peso en el proceso de enlatado, con la proporción de los componentes de la conserva y con el rendimiento de la materia prima han sido estimadas a través de una regresión lineal simple.
- 3° Para la representación gráfica de la relación entre la temperatura de precocción y la pérdida de peso en el proceso y proporción de los componentes de la conserva, hemos usado diagramas de dispersión.
- 4° Los Indicadores se han calculado con las siguientes fórmulas:

- Pérdida de peso de la sardina por exudado en la precocción y oreado (E_p)

$$E_p = \frac{\text{Peso de la sardina (original - precocida)}}{\text{Peso de la sardina original}} \times 100$$

- Pérdida de peso de la sardina en el fileteado (PPF)

$$P_{PF} = \frac{\text{Peso de sardina precocida - peso de filetes}}{\text{Peso de la sardina original}} \times 100$$

- Pérdida de peso de la sardina por exudado en el esterilizado (E_e)

$$E_e = \frac{\text{Peso de pesc. (prec. envas.-ester.-escurr.)}}{\text{Peso de la sardina original}} \times 100$$

- Proporción de la sardina en la conserva terminada (S_c)

$$S_c = \frac{\text{Peso de pescado escurrido}}{\text{Peso neto de la lata}} \times 100$$

- Proporción de líquido de gobierno en la conserva terminada (LG_c)

$$LG_c = 100 - S_c$$

- Proporción de exudado del esterilizado en el líquido de gobierno de la conserva terminada (E_{lg})

$$E_{lg} = \frac{\text{Peso de LG final} - \text{Peso de LG envasado}}{\text{Peso de Líquido de Gobierno Final}} \times 100$$

- Rendimiento de la sardina precocida envasada (R_c)

$$R_c = \frac{\text{Peso de la sardina residual final}}{\text{Peso de la sardina precocida}} \times 100$$

- Rendimiento de la Materia Prima (R_{mp})

$$R_{mp} = \frac{\text{Peso pescado residual final}}{\text{Peso de la sardina original}} \times 100$$

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

2.1 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN

El músculo del pescado es un músculo típicamente estriado (Love, 1970; Patterson y Goldspink, 1972; Jarenback y Liljemmark, 1975). En la mayoría de los pescados los bordes de las células estriadas, típicamente cortas, se insertan dentro de las capas (myocommata) del tejido conectivo, dispuestas en una forma complicada que, con el calentamiento, alteran y dan origen a la apariencia escamosa característica de bloques coagulados de células. Existen dos tipos principales de músculo, rojo u oscuro y blanco, estando el primero dispuesto lateralmente a lo largo del cuerpo en tiras discretas o bloques entre la piel y el espinazo. Especies diferentes de pescado contienen diferentes proporciones y músculo rojo y blanco, predominando generalmente el último.

2.1.1 COMPOSICIÓN

La característica principal de la composición aproximada del pescado y de la parte comestible es la gran variabilidad en el contenido lípido (Murray y Burt, 1969; Sidwell et al., 1974). Las especies magras típicamente contienen 0,3 – 1,0 de lípidos, mientras que en las especies grasas el contenido total puede llegar a ser hasta del 30 %. En estas últimas, la cantidad de lípidos varía estacionalmente de una especie a otra y puede caer tan bajo como al 1 %. Conforme la cantidad de lípidos se incrementa la cantidad de agua cae aproximadamente en proporción



lineal, mientras la cantidad de proteínas permanece invariablemente constante. En el pescado de elevado contenido graso la cantidad de agua es frecuentemente menor. La proporción de proteínas está en la mayoría de los casos en el rango de 15-18 %. El contenido restante de sustancias nitrogenadas (1-3 %) están conformadas de una multitud de compuestos de bajo peso molecular. La composición química promedio de la sardina peruana (Sánchez y Lam, 1970) es: agua, 70,5 %; grasa (4,7-8,3), 7,0 %; proteínas (N x 6,25), 20,5 %; sales minerales, 1,5 %.

2.1.2 ESTRUCTURA

Los lípidos de pescado están entre los más insaturados de los lípidos del músculo-animal, ellos contienen proporciones elevadas de ácidos grasos poli-insaturados (Ackman, 1974) que en la mayoría de los pescados son muy susceptibles a la oxidación por el oxígeno atmosférico durante el transporte y procesamiento. Muchos de los productos inmediatos de la oxidación tienen sabor y olor a rancio. Tales reacciones están entre las razones por las cuales el pescado es muy perecible. El pescado contiene los tipos normales de proteínas del músculo (Tsuyuki, 1974). La proporción de las proteínas del tejido conectivo está por debajo que el de la carne. Esto parece ser una de las razones por las que el pescado es mucho más tierno que la carne. La característica especial de las proteínas principales del músculo del pescado, incluyendo las enzimas, es su inestabilidad vis-a-vis con sus correspondiente de la carne (Connell, 1964). También, el encogimiento térmico y la temperatura de desnaturalización del colágeno del tejido conectivo del pescado

(myocommata) están muy por debajo que aquella correspondiente a la proteína de la carne (Mohr, 1971). Este descubrimiento está probablemente relacionado con el hecho de que es posible separar capas de algún pescado blanco después de un breve período a una baja temperatura. Son de particular anotación las concentraciones de ciertos compuestos nitrogenados peculiares a algunas especies (Jones, 1967). Así, las especies marinas contienen normalmente altas concentraciones (hasta 1% del peso total de la carne) de óxido de trimetilamina (OTMA). Este compuesto es de considerable importancia como un precursor de olor en que es reducido por la bacteria dañina u otro modo de degradación durante el procesamiento a trimetilamina (TMA). La TMA es una contribuidora prominente al olor del pescado malogrado. El PH es casi invariablemente alto en el pescado y en la parte comestible con relación a la carne y está usualmente en el rango de 6,4 a 6,8. Puesto que el status nutricional de las especies cambia marcadamente con la estación, hay considerable variación en PH y concentración de los varios compuestos de bajo peso molecular.

2.2 CAMBIOS EN EL PESCADO DURANTE EL CALENTAMIENTO

2.2.1 CAMBIOS EN LA RETENCIÓN DE AGUA

La mayoría de los pescados sueltan, con el calentamiento, agua denominada licor de cocinado (McCance & Shipp, 1933 y McCance & Widdowson, 1960) midieron pérdidas en el cocinado de una serie de especies. La cantidad de licor de cocinado varió bastante de una especie

a otra y de un método a otro de cocinado. La pérdida promedio de cocinado con vapor con especies marinas no grasas fue 18,6 %. Dentro de este grupo, los pescados redondos perdieron más peso (20,7 %) que los pescados planos (14,3 %). Los pescados grasos perdieron únicamente un poco más de peso (21,1 %) que los pescados no grasos redondos. Esto sugiere que las pérdidas de grasa no es alto. Un estudio de precocinado de sardina para conserva confirma que poca grasa es perdida en el tratamiento con vapor (Meeseemaecker & Sohler, 1959). Estos autores anotaron la pérdida de peso total de 20-30 %, en concordancia con McCance y Shipp. Otros estudios han demostrado similar pérdida de peso (Tarr, 1941; Dollar, 1967; Barnett, 1969; y otros). McCance & Shipp, en adición al estudio de los efectos del cocinado normal, examinaron para una extensión limitada los efectos de algunos de los factores que controlan las pérdidas en el cocinado.

2.2.2 TIEMPO

De los datos de McCance & Shipp (1933), desde el punto de vista de la calidad de alimentación, las piezas de 50-60 gr de pescado estuvieron completamente cocinados después de no más de 20 minutos. La pérdida de peso parece continuar, en algunas especies al menos más allá de 45 minutos.

2.2.3 TEMPERATURA

Para un tiempo de calentamiento, la cantidad de licor de cocción se incrementa con la temperatura (Meeseemaecker & Sohler, 1959; Lassen, 1965; Ward, 1977; Hanover, 1973). Las pérdidas se incrementan con

temperaturas por encima de los 100° C (Tarr, 1947). El porcentaje de pérdida de licor es bajo a temperaturas donde el cocinado está justamente comenzando; la pérdida para el bacalao parece iniciarse a 32° C aunque sólo después de un retardo inicial (Jason, 1963).

2.2.4 AREA SUPERFICIAL

La pérdida de peso promedio del pescado descabezado y eviscerado cocido fue 16,1 %, que no fue significativamente diferente de la pérdida promedio (20,4 %) de filetes o trozos cortados (McCance & Shipp, 1933). Por otro lado, el cocinado a vapor de arenque entero a 82° C condujo a la pérdida de peso de menos de la mitad que los filetes de arenque (Deschacht & Vansevenant, 1968). Cuando el pescado es triturado por mezclado durante el tratamiento con calor, altas pérdidas de peso ha sido observado en comparación con pescado entero o filetes (Ward, 1977). Por ejemplo, la pérdida de anguila de arena cocida a 100° C puede ser 42 % con un 13 % más siendo prensado bajo muy ligera presión. Prensando por encima de 100 kg/cm² soltó 66 % del peso original del pescado. Una pérdida del 66 % es típico de buena práctica industrial en la fabricación de harina de pescado (Sparre, 1965).

2.2.5 PRESIÓN

En una experiencia típica con cocinado de "sprats" a 100° C, (Ward, 1977) el licor total perdido fue 58,4 % del peso original. De esta pérdida 42,6 % fue liberado rápidamente durante el cocinado, 28,4 % durante la transferencia a la prensa y aplicando únicamente una presión ligera (prepresado), 21,9 % durante el prensado a 50 kg/cm²

y 3,4 % a 100 kg/cm².

2.2.6 PH

Cuando el pescado fue remojado en soluciones acuosas de diferente PH antes del calentamiento, la pérdida del cocinado a un PH de 7,3 no fue más que una mitad que a PH 4,0 (McCance & Shipp, 1933).

2.2.7 ADICIÓN DE SALES

El cloruro de sodio no afectó mayormente la pérdida del cocinado del "halibut" enlatado (Farr, 1941), el trifosfato de sodio y el cloruro de sodio individualmente redujeron la pérdida total de peso después de cocinado de Salmón chineek congelado (Boyd & Southcott, 1965). La pérdida de peso inmediata después de la cocción y la pérdida posterior por drenado es mayor en el pescado cocido a 102° C comparado con el cocido a 60° C debido a que la proteína ha perdido parte de la capacidad de retención de agua (M. López Benito, 1973).

2.2.8 COMPOSICIÓN DEL LICOR DE COCINADO

El Cuadro 1 con datos del cocinado de bacalao a vapor durante 45 minutos (McCance y Shipp, 1933), mostraron que el licor del cocinado es mayormente agua (37 % de la cantidad de agua original), con pequeñas cantidades de sólidos (10 % del sólido original) y aceite (28 % del original). Por contraste el Cuadro 2 muestra los datos de la composición del licor del cocinado y prensado de arenque en un proceso comercial de harina de pescado mostraron que elevada proporción de agua y aceite original aparece en el licor (76 % y 92 %), así como también un alto porcentaje de sus sólidos (22 %).

CUADRO 1. Composición de 100 gr.de bacalao y el correspondiente al Bacalao Cocido y Licor de Cocinado

Composición(g)	Bacalao	Bacalao Cocido	Licor de Cocinado
Agua	81	51	30
Sólidos	18	16	2
Accite	1	1	0
Peso Total	100	68	32

FUENTE : McCance & Shipp, 1933.

CUADRO 2. Composición de 100 gr de Arenque, Cocinado-Prensado y el Líquido Total

Composición(g)	Arenque	Arenque Cocinado y Prensado	Líquido Total
Agua	70	17	53
Sólidos	18	14	4
Accite	12	1	11
Peso Total	100	32	68

FUENTE : McCance & Shipp, 1933

2.2.9 CAMBIOS EN LAS PROTEÍNAS

La magnitud de desnaturalización y coagulación que ocurre cuando el pescado entero es calentado a temperaturas y condiciones diferentes, ha sido medido vía la cantidad de proteína extractable o manteniéndose soluble, por solución de sal. En una primera investigación (Lobanov y Bykova 1938) el pescado (sin especificar) fue calentado a temperaturas diferentes y fue medida la cantidad de Proteína permaneciendo estable en cloruro de sodio neutral al 10 %. El desarrollo de la inextractabilidad comenzó a 30-35° C y fue alcanzando 40 % y 90 % a 40° C y 60-65° C, respectivamente. Similar descubrimiento fue reportado para el pescado y el "Cuttle fish" (Burdina y Melnikova, 1974). Cuando el bacalao y el "hilsa" son calentados a una temperatura constante sobre las 40 horas sin permitir que ocurra secado, tiene a lugar una considerable caída en la

proteína miofibrilar extractable (Howgate y Ahmed, 1972). La caída que fue mayor con el bacalao fue atribuida al hecho de que estas especies habitan en medio ambiente de agua más fría que el "hilsa". Existe la firme evidencia en muchas proteínas que al estar presentes en organismos sometidos a temperaturas bajas son menos estables que estando en organismo sometidos a temperaturas altas. En el mismo período de calentamiento sólo aproximadamente un cuarto de las proteínas sarcoplasmáticas de bacalao y "hilsa" llegaron a ser extractables, lo que está en concordancia con el descubrimiento general (Aman y Smirnova, 1972) de que este grupo como un todo es más estable que el grupo miofibrilar. Similar estabilidad relativa de estas dos fracciones fueron notadas cuando la carpa y "pike" fueron cocidos por hervido en agua durante 20 minutos o por cocinado en horno de microondas por 3 minutos (Aman y Smirnova, 1972). Cualquiera de los dos tratamientos dejó inextractable cerca de la mitad de la fracción miofibrilar, pero tuvo sólo un ligero efecto sobre la fracción sarcoplasmática. El hecho que más proteínas miofibrilares no fue dejado inextractable bajo estas condiciones es algo que sorprende. Ha sido ideada una prueba en la cual el producto cocido es extractado a PH 4,5 y el extracto gradualmente calentado (Doesburg y Papendorf, 1969). La temperatura a la cual la coagulación ocurre en el extracto está relacionada a aquella a la cual el producto fue cocido. Para el pescado magro y el pescado graso, la relación para temperatura entre 60 y 100° C es lineal y curvada, respectivamente.

2.2.10 CAMBIOS EN LA APARIENCIA GENERAL, COLOR, OLOR, SABOR Y TEXTURA

El calor convierte la masa celular translúcida, gelatinosa en opaca, desmenuzable, poco firme y elástica. Ocurre encogimiento y el fluido es liberado, las proteínas que deben coagular separadas de la masa sólida principal. El tejido conectivo que mantiene las células juntas es fácilmente degradado y bloques de células o las células mismas llegan a ser separadas rápidamente una de otra. Así, el pescado cocido a diferencia de muchas carnes, desnaturalizándose fácilmente llega a ser palatable con un suave calentamiento (Parry, 1970). Calentando tiras de pescado de la familia de bacalao por 30 minutos a una temperatura tan baja como 37° C redujo la resistencia a la tensión a cero (Forbes, 1927). Pescado con alto contenido de tejido conectivo tal como "dog fish", requirió una temperatura de 47° C para llevar a cabo el mismo efecto mientras la carne permaneció intacta e inafecta aún después de calentar por una hora a 92° C. Pruebas en bacalao mostraron que ocurrió un visible ablandamiento del tejido conectivo después de 15 minutos a 35° C, pero calentando a temperaturas por debajo de estas no hubo efecto (Aitken y Campbell, 1969). Hirviendo el músculo del "Squid", se contrae, particularmente longitudinal. Si el proceso es prolongado demasiado ocurre contracción excesiva y endurecimiento (Takahashi, 1965). Así, es necesario un buen control del calentamiento, a fin de producir una textura aceptable. El incremento de opacidad del pescado cocido ha sido examinado más de cerca (Aitken y Campbell, 1969).

Cuando el pescado es calentado por un lado únicamente, colocando el lado de una delgada capa (mantenida entre planchas de vidrio) sobre una superficie calentada puede distinguirse 3 cambios distintos de opacidad conforme se aparta desde el lado caliente. Un incremento inicial en translucidez es seguido por dos sucesivos incrementos en opacidad. El segundo incremento en opacidad es debido a la precipitación de las proteínas sarcoplasmáticas desnaturalizadas térmicamente, que parece iniciarse cerca de los 45° C. El incremento inicial de translucidez seguido por la primera banda opaca comienza a temperaturas bajas y no están explicadas inequívocamente. Calentando bajo ciertas condiciones causan pardeamiento tipo Maillard o la formación de pigmentos anaranjados (Yamanaka *et al.*, 1973), cualquiera de los dos son indeseables en algunas especies. Reacciones de pardeamiento son, sobre todo de poca consecuencia en el procesamiento de especies de carne oscura, pero son una de las principales razones por la que son envasadas pocas especies de carne blanca. Diferentes métodos de calentamiento pueden indudablemente dar origen a diferencias en olor y sabor; en particular la esterilización comercial por calor produce una diferente característica integral que el producido por otras formas de calentamiento. Calentando a una temperatura interna de 70° C en aproximadamente 16 minutos 200 gr. de tajadas de salmón resultó con menos sabor que el calentado a temperaturas por encima de 85° C (Charley, 1952). Cocinando el bacalao por horneado, al vapor o frito produjo pequeñas diferencias en gusto o palatibilidad, aunque el primer

método resultó con mejor discriminación entre diferentes cualidades (Dyer *et al.*, 1964). De otro lado, comparado con el cocinado a vapor, el frito fue encontrado responsable de acentuar ciertos sabores de haddock (Connell y Howgate, 1971). La presencia de huesos (y piel) no afecta la palatabilidad del pescado de agua fresca frito o cocido (Baldwin *et al.*, 1962). Los huesos de pescado son frecuentemente dejados en alimento junto con la carne y la interrogante de su magnitud de ablandamiento bajo diferentes condiciones es de interés pero no parece haber sido estudiado. Con un ejemplo extremo, sin embargo el calor de esterilización por una hora a 115° C en envases planos de 200 gr es suficiente para ablandar vértebras en arenque y "mackerel".

2.3 CONSERVAS DE PESCADO

2.3.1 DEFINICIÓN

Conservas de pescado son productos enlatados herméticamente y que han sido sometidos a esterilización comercial (Norma 204.001 ITINTEC, 1980). Conservas de pescado son productos que se han hecho conservables en su composición final en recipientes estancos, sin adición de conservadores químicos, solo mediante una temperatura superior a los 100° C, y que soportan sin alteración seis días de incubación a 37° C (Norma para la calificación de la Unión Federal de la Industria Pesquera Alemana, 1952).

2.3.2 PROCESO DE ENLATADO

El proceso de enlatado de pescado comprende una serie de etapas con variantes en la secuencia según el tipo de conserva, tal como hemos

visto (supra). Las conservas de sardina en el Perú se producen en las siguientes formas alternativas (J..Zuta, 1990):

- Sardina precocida entera en canastillas, escurrida por largo tiempo y luego envasada en las siguientes variantes:
 - a. Sin cabeza, cola y vísceras en latas 608 x 406 (oval de 1 lb) o 301 x 411 (tall de 1 lb) con agua y sal.
 - b. En filetes enteros o sus partes o desmenuzados, sin piel y músculo oscuro, en latas 307 x 113 (tuna de ½ lb) con líquido de gobierno que puede ser agua y sal, aceite y sal o una mezcla de agua, aceite y sal. En el caso de filetes enteros el envasado consiste de 170 gr de filetes, 25 gr de aceite o agua y 3 gr de sal.
- Sardina precocida sin cabeza, cola y vísceras, en envases 608 x 406 ó 301 x 411, escurrido por corto tiempo, y añadido de líquido de gobierno en las variantes de agua y sal, salsa de tomate, salsa picante u otro tipo de salsa con saborizantes. En el envase 608 x 406 el envasado consiste de 320 gr de pescado y 130 gr de salsa de tomate. En el envase 301 x 411 el envasado consiste de 320 gr de pescado, 70 gr de agua y 6 gr de sal.
- Sardina precocida sin cabeza, cola, vísceras, estibada en canastillas o bandejas, escurrida por corto o largo tiempo, y luego envasada en envases de 608 x 406 o 301 x 411. En el caso de escurrido por largo tiempo el envasado es el correspondiente a la variante indicada para el caso b de la sardina precocida entera. Para el escurrido por corto tiempo el envasado es el correspondiente al indicado para la sardina precocida sin cabeza, cola y vísceras, en envases.

2.3.3 OPERACIONES DE TRATAMIENTO TÉRMICO EN EL PROCESO DE ENLATADO

a. LA PRECOCCIÓN TÉRMICA

La precocción térmica en el proceso de enlatado eleva la temperatura del pescado con el fin de desnaturalizar y precipitar la proteína y liberar parcialmente el agua hasta un valor óptimo para evitar la liberación no deseada de agua durante la esterilización. En la precocción se consumen enormes cantidades de energía, por lo que cualquier ahorro tiene una importancia económica. Tanto en el grado de liberación de agua como en el ahorro de energía, el factor más relevante es la elección de la temperatura final más apropiada de precocción. La precocción térmica, además de liberar parcialmente agua para ajustar el exudado en el esterilizado, favorece la separación de la espina y piel del pescado y la limpieza de los filetes (M. López Benito, 1973). Si la precocción es demasiado suave aparecerá exudado acuoso en exceso en el líquido de gobierno de la conserva después del esterilizado, a la vez que el pescado sufrirá un excesivo encogimiento que modifica el espacio de cabeza en el envase, alterando las condiciones del proceso, pudiéndose originar oscurecimiento e incluso ataques en el interior del envase; y si la precocción es demasiado energética el pescado sufrirá una excesiva extracción de licor y perderá en el producto final su suave textura y delicadeza para convertirse en fibroso y

seco (M. López Benito 1973). El problema estriba en combinar estos factores, de forma que el producto final sea de óptima calidad, operando siempre a la mínima temperatura y tiempo de precocción que permitan las circunstancias (M. López Benito, 1973). Diferentes tipos de precocción no influyen en el rendimiento final, ya que si bien ocurre que las pérdidas de peso del pescado son menores a temperaturas bajas de precocción, posteriormente, durante la esterilización, estos pierden más peso que los que han sido cocidos a temperaturas más altas, equilibrándose las pérdidas (A. Panizo, J.M. Gallardo y M. López Benito, 1980).

La temperatura de coagulación de la proteína para el listado (*Katsuwonus Pelamis*) descongelado es del orden de 57-58° C y la mayor pérdida de humedad en la precocción tiene a lugar alrededor de los 65° C, con lo cual se ve una mayor dependencia de la temperatura que del tiempo. El exudado acuoso en las conservas del listado es mínimo o nulo cuando la temperatura central final del listado cocido está en el rango 64 - 70° C (J. M. Gallardo y A. Vásquez, 1978). Las proporciones en gr de cada constituyente por cada 100 gr de pescado en conserva tal como llega al comercio como indica el Cuadro 3 (Datos del Instituto de la elaboración del pescado de Alemania, citados por Ludorff, 1963).

Cuadro 3. Proporciones de
Constituyentes de Pescado
en Conserva

Alimento	Agua (gr)	Cloruro Sódico (gr)	Proteína s (gr)	Gras a (gr)
Arenque en salsas	56- 64	1-2	13-20	15- 24
Sardina en Aceite (Clupea Pilchardus)	62	1	23	14

b. ESTERILIZACIÓN TÉRMICA

La esterilización térmica en el proceso de enlatado eleva la temperatura del contenido del envase cerrado por encima de los 100° C con el fin de reducir la concentración de todas las esporas y microorganismo por debajo de cierto valor justamente bajo para evitar se presente el riesgo de ser capaces de crecer en condiciones normales de almacenamiento y deteriorar el producto. El proceso de esterilización de cada tipo de conserva requiere una formula diferente, como la siguiente:

$$\frac{15 - 90 - 15}{115 \text{ (kg/cm}^2\text{)}}$$

Donde: 15 es el número de minutos requeridos por el vapor en la autoclave para alcanzar la temperatura de esterilización.
90 es el número de minutos requerido para la esterilización real.

15 es el número de minutos requerido para reducir la presión en la retorta al nivel atmosférica.

115 es la temperatura constante en la autoclave de esterilización del vapor.

kg/cm² es la presión de la retorta

El tiempo que tarda el producto durante el calentamiento para alcanzar la temperatura de 100° C se denomina período de inercia o CUT (Coming up time). El tiempo de esterilización del producto a una temperatura de tratamiento por encima de los 100°C puede calcularse por el Método Gráfico (Bigelow), el Método Monogramétrico de Oslon y Stevens o el Método de la Formula Matemática de Ball (Ball, 1957). La temperatura de esterilización de la autoclave es la temperatura constante que permite elevar la temperatura del centro del producto a la temperatura de esterilización considerada, que corresponde a la temperatura de destrucción térmica del microorganismo más termoresistente que pueda estar presente en el alimento.

2.3.4 NORMAS PARA LA CALIFICACIÓN DE CONSERVAS

Las normas para la calificación de productos de pescado (Ludorff, 1963), que no son definitivas y obligatorias teniendo en cuenta el desarrollo siempre progresivo de los métodos de elaboración, referente a la composición de las conservas terminadas específica:

- Las conservas de pescado en aceite contienen por lo menos 15 % de aceite, sin que el agua contenida en el aceite pueda rebasar en el producto terminado el 25 %.
- Las conservas de pescado en aceite y al propio jugo contienen por lo menos el 15 % de aceite, y el contenido de agua del aceite en el producto terminado no puede rebasar el 40 %.
- En conservas de salsas o cremas tiene una tolerancia de 71,5 % de contenido en agua de la salsa en el producto.
- Proporciones de pesos de pescado en latas de producto terminado:
 - a. Las conservas en aceite de por lo menos 75 % y máximo 90 % de pescado.
 - b. Conservas en salsas o cremas de por lo menos 52,5 y máximo 75 %.
 - c. Conservas en aceite y al propio jugo de por lo menos 65 y máximo 90 %.
 - d. Conservas en el propio jugo (al natural) o en condimento líquido de por lo menos 65 % y máximo 85 %.

Los productos terminados que exceden los límites especificados son excluidos. La Norma 4.002-ITINTEC de 1968 del Perú, en lo referente a la composición de la conserva terminada especifica que el peso escurrido de la conserva con relación al peso neto será como mínimo el 70 % para el pescado envasado entero; el 80 % para sólidos y/o filetes y lomito; el 75 % para trozos, trocitos y

desmenuzado. Según datos del Instituto de la Elaboración del pescado de Alemania (citado por Ludorff, 1963) cada 100 gr de conserva de pescado tal como llega al comercio es como se indica en el Cuadro 3.

2.4 SARDINA

La Sardina (*sardinops sagax*), que se captura en el mar frente a la costa peruana, es una especie rica en muchos factores nutricionales como proteínas y grasas. Su composición química promedio es: agua, 70,5 %; grasa (4,7-8,3), 7 %; proteínas (N x 6,25), 20,5 %; sales minerales, 1,5 % (J. Sánchez y R. Lam, 1970). Según la curva de relación longitud-peso (J. Sánchez y R. Lam, 1970) el peso de la sardina de 25 cm es de 137,5 gr y el de 30 cm 225 gr, de cuyos pesos la parte comestible es el 53,3 %. Los volúmenes disponibles de sardina vienen incrementándose desde 1975 e incidiendo en los volúmenes de captura. En los años 1976, 1980 y 1988 los desembarques de sardina fueron de 174 901, 1 257 948 y 3 470 422 T.M, respectivamente, que corresponden al 4,05 %, 55,50 % y 52,90 % del desembarque total de pescado en dichos años. La pesca de la sardina se realiza durante todo el año, con valores más elevados entre abril y junio, y en las 6 zonas geográficas de pesca de la costa peruana, con mayor concentración del Callao al norte entre las 20 y 100 millas mar adentro. Al sur la mejor concentración se ha encontrado entre las 5 y 15 millas (Jordan, S.R. otros, 1978). La sardina adulta (20 a 30 cm) se destina principalmente para enlatado y la sardina de 8 a 20 cm, para harina y aceite. Actualmente la sardina adulta constituye el soporte de la industria de enlatado en sus diversas modalidades y la sardina pequeña es el soporte de la industria de harina y aceite. El año 1988, de las 155 207 y 6 558 287

T.M. de pescado destinado al enlatado y a la harina respectivamente, el 96,8% y el 50,3% de dichos montos corresponde a la sardina. Las bondades de la sardina para el enlatado se reflejan en el rendimiento de 25 cajas de 48 latas de $\frac{1}{2}$ lb por tonelada con desviación típica de 3 cajas; y de 12,6 cajas de 48 latas de 1 lb con una desviación típica de 2,12 cajas. A esta ventaja se suma la alta proporción de carne de color claro y su contenido de grasa que fortifica la unión del músculo (Celis, M., 1978).



CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 RESULTADOS CON MUESTRA DE SARDINA SIN PRESALAR

3.1.1 PERDIDAS DE PESO EN EL PROCESO DE ENLATADO

3.1.1.1 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN LA PRECOCCIÓN Y OREADO

Los valores promedio obtenidos por pérdida de peso por exudado en la precocción y oreado de la muestra de sardina entera fresca a diferentes temperaturas centrales de precocción se da en la Tabla 2, donde vemos que a medida que aumenta la temperatura de precocción el exudado aumenta, siendo a 60° C de 11,66 % a 98° C de 23,30 % del peso de la sardina. Siendo de 21,9% a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables en el rango de temperatura 60-98° C es 0,995, que quiere decir que para tal rango existe una relación positiva casi perfecta entre temperatura y exudado, siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$E_p = -5.823 + 0.2918 T$$

Donde E_p es el exudado de la precocción en porcentaje en peso de la sardina fresca entera y T la temperatura de precocción correspondiente.

Graficando la información obtenida sobre la temperatura y exudado de la precocción se ha obtenido el diagrama de dispersión de la Figura 1, en la que se logra visualizar la dependencia lineal directa entre ambos.

La Tabla 4, da los valores marginales o incrementos del exudado con el incremento entre una y otra temperatura de precocción, de donde se deduce que el mayor incremento de exudado por elevación de 1°C se presenta en el intervalo $95-98^\circ \text{C}$ seguido por el intervalo $60-70^\circ \text{C}$.

Se ha obtenido valores medios del exudado durante el orcado de 18 horas para las diferentes temperaturas de precocción de una sardina entera individual. Dichos valores están en la Tabla 4; donde se aprecia que la mayor exudación es a 98°C de precocción.

3.1.1.2 PÉRDIDA DE PESO EN EL FILETEADO

Los valores promedio obtenidos de la pérdida de peso en el fileteado de una sardina entera fresca según temperatura de precocción, se da en la Tabla 2, donde vemos que a las temperaturas de 60° , 70° , 80° , 90° , 95° y 98°C la pérdida de peso descende de 57,52, 56,46, 55,39, 54,34, 53,8 y 50,19 %

del peso de la sardina fresca entera, respectivamente. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables en el rango de temperatura de 60-95° C es 0.999997.

3.1.1.3 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN EL ESTERILIZADO

Los valores promedio de pérdida de peso por exudado en el esterilizado, según temperatura de precocción, se da en la Tabla 2, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción el exudado en el esterilizado disminuye; siendo de 5,41 % a 60° C y de 0,15 % a 98° C del peso de la sardina fresca entera. Siendo de 1,47 % a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el rango de temperaturas 60-95° C es -0,991, que quiere decir que entre ellas existe una relación negativa casi perfecta o absoluta. Siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$E_c = 11,75 - 0,1096 T$$

Donde E_c es el exudado del esterilizado en porcentaje en peso de la sardina fresca entera procesada y T es la temperatura de precocción correspondiente.

Para la temperatura de precocción de 98° C el resultado del exudado del esterilizado es significativamente menor que el

valor que se obtiene con la ecuación precedente. Extrapolando en la tendencia decreciente de los datos de exudado correspondiente a las temperaturas de 95 y 98° C, se obtiene que para el exudado 0 o nulo del esterilizado corresponde la temperatura de 98,34° C, aproximadamente.

Graficando la información obtenida sobre la temperatura de precocción y el exudado del esterilizado se ha obtenido el diagrama de dispersión de la Figura 1, la que nos permite visualizar la dependencia lineal inversa.

La Tabla 4, da los decrecimientos del exudado del esterilizado con el incremento de una a otra temperatura de precocción, de los que se deduce que el mayor valor de disminución del exudado por elevación de 1° C se presenta en el intervalo 95-98° C seguido por el intervalo 60-70° C y que el menor valor de decrecimiento se presenta en el intervalo 80-90° C.

Entre los datos de exudado de la precocción y de exudado del esterilizado de la Tabla 2, el coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el intervalo de temperaturas 60-95° C es -0.992, que quiere decir que existe entre ellos una asociación inversa casi perfecta, en el sentido de que por cada unidad que aumenta el exudado de la precocción el exudado del esterilizado disminuye siempre igual número de unidades. Siendo en tal caso la ecuación de

regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$E_c = 9,787 - 0,3909 E_p$$

Para la temperatura de precocción de 98° C el valor experimental del exudado del esterilizado es inferior del valor obtenido de la ecuación precedente.

3.1.2 COMPOSICION DE LA CONSERVA

3.1.2.1 PROPORCIÓN DE PESCADO EN LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de pescado en la conserva terminada se da en la Tabla 3 y Figura 2, donde se observa que a medida que aumenta la temperatura de precocción la proporción de pescado aumenta; siendo a 60° C de 73,5 % y a 98° C de 86,35 %. Siendo de 82,19 % a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el intervalo de temperaturas 60-95°C es 0,9985, que quiere decir que existe entre ellas una relación positiva casi absoluta siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$P_p = 58,7 + 0,2477 T$$

Donde P_p es la proporción de pescado en el producto final y T la temperatura de precocción correspondiente.

Para la temperatura de precocción de 98° C la proporción de pescado en la conserva terminada es significativamente superior que el valor obtenido de la ecuación precedente.

3.12.2 PROPORCIÓN DE LÍQUIDO DE GOBIERNO (LG) EN LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de LG en la conserva terminada se da en la Tabla 3, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción la proporción de LG disminuye; siendo a 60° C de 26,65 % y a 98° C de 13,65 %, siendo el 15 % cuando la temperatura de precocción es aproximadamente superior a 95° C.

3.1.2.3 PROPORCIÓN DE EXUDADO EN EL LG DE LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de exudado en el LG en la conserva terminada se da en la Tabla 3 y Figura 2, donde se observa que el exudado en el LG decrece con el incremento de la temperatura de precocción. La proporción de exudado en el LG es de 32,60 a 90° C, 27,97 a 95° C y 3,67 a 98° C de precocción. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el rango de temperaturas 60-95° C es -0,9993, que quiere decir que existe entre ellas una relación negativa casi absoluta; siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente

los valores experimentales obtenidos la siguiente:

$$E_{lg} = 97,48 - 0,7282 T$$

Donde E_{lg} es el porcentaje de exudado en el LG y T la temperatura de precocción correspondiente.

Para la temperatura de precocción de 98° C el resultado del exudado en el LG es mucho menor que el valor obtenido de la ecuación precedente. Intrapolando en la tendencia de los datos de exudado en el LG a las temperaturas de precocción de 95° y 98° C, a exudados en el LG de 25 y 10 % corresponden aproximadamente las temperaturas de 95,4 y 97,2°C respectivamente.

3.1.3 RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

3.1.3.1 RENDIMIENTO DEL PESCADO PRECOCIDO EN LA CONSERVA

Los valores del rendimiento del pescado precocido en la conserva, se da en la Tabla 7, donde se observa que a medida que aumenta la temperatura de precocción el rendimiento del pescado precocido envasado se incrementa; siendo a 60° C de 83,78 y a 98° C de 99,43 %. Siendo de 94,28 % a la temperatura de precocción de 95°. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el rango de temperaturas 60-95° C es 0,999, que quiere decir que existe entre ellas una relación positiva casi perfecta; siendo en tal

caso la ecuación de regresión calculada que relaciona más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$R = 66,215 + 0,296 T$$

Donde R es el rendimiento del pescado envasado y T la temperatura de precocción correspondiente.

Para la temperatura de precocción de 98° C el valor experimental del rendimiento del pescado enlatado es significativamente superior que el valor obtenido de la ecuación precedente sin llegar a superar el 100 %.

3.1.3.2 RENDIMIENTO FINAL DE LA SARDINA FRESCA EN LA CONSERVA

Los valores del rendimiento de la sardina fresca se dan en la Tabla 7 donde se observa que entre el aumento de la temperatura de precocción (de 60 a 98° C) y el rendimiento final de la sardina fresca no existe correlación, manteniéndose dicho rendimiento relativamente sin mayor variación, siendo el rendimiento de 22,84 % a la temperatura de precocción de 95° C.

3.1.4 CALIDAD SENSORIAL DE LA CONSERVA

La calificación sensorial obtenida de los filetes de sardina a la apertura de la lata se da en la Tabla 6, donde vemos que a medida que la temperatura de precocción aumenta de 60 a 98° C la calificación aumenta de inaceptable a excelente.

3.1.5 EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA CON EL TIEMPO DURANTE LA PRECOCCIÓN

Los datos de tiempo obtenidos con la evolución de la temperatura de la sardina fresca partiendo de 26,5° C y a temperatura uniforme de cámara de 101,3° C, se da en la Tabla 22 donde vemos que una sardina de 28-3-174 (talla-diámetro-peso) la temperatura es de 40° C después de 2,29 minutos, 65° C después de 5,54 minutos, 90° C después de 12,08 minutos, 95° C después de 14,5 minutos y cerca del equilibrio térmico (98° C) después de 17,38 minutos.

3.2 RESULTADOS CON MUESTRAS DE SARDINA PRESALADAS 30 MINUTOS

3.2.1 PERDIDA DE PESO EN EL PROCESO DE ENLATADO

3.2.1.1 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN LA PRECOCCIÓN Y OREADO

Los valores promedio obtenidos de pérdida de peso por exudado en la precocción y oreado de la muestra de una sardina entera fresca a diferentes temperaturas centrales de precocción se da la Tabla 9, donde vemos que a medida que aumenta la temperatura de precocción el exudado aumenta; siendo a 60° C de 11,16 y a 98° C de 21,55 % del peso de la sardina. Siendo de 20,58 % a la temperatura de precocción de

95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables, en el rango de temperaturas 60-95° C es 0,99943, que quiere decir que para tal rango existe una relación positiva casi perfecta entre temperatura y exudado; siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$E_p = -3.95 + 0.2593 T$$

Para la temperatura de precocción de 98° C el resultado del exudado de la precocción es muy aproximada a los valores obtenidos de la ecuación precedente.

Graficando la información obtenida sobre la temperatura y exudado de la precocción se ha obtenido el diagrama de dispersión de la Figura 1 donde se logra visualizar la dependencia lineal directa.

La Tabla 11 da los valores marginales del exudado obtenidos por incremento entre una y otra temperatura de precocción de la una sardina entera; de lo que se deduce que el mayor incremento del exudado por elevación de 1° C corresponde al intervalo 60-70° C seguido del intervalo 95-98° C.

Se ha obtenido valores medios del exudado durante el oreado de 18 horas para las diferentes temperaturas de precocción de una sardina entera individual. Dichos valores están en la Tabla 11; donde se aprecia que la mayor exudación es a 90°

C de precocción

3.2.1.2 PÉRDIDA DE PESO EN EL FILETEADO

Los valores promedio obtenidos de pérdida de peso en el fileteado de una sardina entera fresca según temperatura de precocción se da en la Tabla 9, donde vemos que a las temperaturas de 60°, 70°, 80°, 90°, 95° y 98° C la pérdida de peso es de 55,9, 54,2, 52,6, 50,3, 49,7 y 50,1 % del peso de una sardina fresca entera, respectivamente. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables en el rango de temperaturas 60-95° C es 0,997.

3.2.1.3 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN EL ESTERILIZADO

Los valores promedio de pérdida de peso por exudado en el esterilizado según temperatura de precocción se da en la Tabla 9, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción el exudado del esterilizado disminuye; siendo a 5,42 % a 60° C y de 1,41 % a 95° C del peso de la sardina fresca entera. Para la temperatura de precocción de 98° C el valor del exudado se hizo negativo (-0.61), que quiere decir que el pescado no ha exudado sino se ha hidratado. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el rango de temperaturas 60-95° C es -0,993 que indica que entre ellas existe una relación negativa absoluta; siendo en tal caso la ecuación calculada que liga

más ajustadamente los valores experimentales obtenidos la siguiente:

$$E_c = 11,876 - 0,111 T$$

Para la temperatura de precocción de 98° C el resultado del exudado del esterilizado es significativamente menor que el que se obtiene de la ecuación precedente. Extrapolando la tendencia decreciente de los datos del exudado correspondientes a las temperaturas de 90 y 95° C, se obtiene que para exudado cero del esterilizado corresponde aproximadamente la temperatura de precocción de 98,7° C.

Graficando la información obtenida sobre la temperatura de precocción y el exudado del esterilizado se ha obtenido el diagrama de dispersión de la Figura 1 el que visualiza la dependencia lineal inversa.

La Tabla 11 da los decrecimientos del exudado del esterilizado con el incremento de una a otra temperatura de precocción, de lo que se desprende que el mayor valor de disminución del exudado por elevación de 1° se presenta en el intervalo 95-98° C seguido por el intervalo 80-90° C y que el menor valor de decrecimiento se presenta en el intervalo 70-80° C.

Entre los datos de exudado de la precocción y de exudado del esterilizado de la Tabla 9 el coeficiente de correlación calculado entre ellos para el rango de temperaturas de 60-90°

C es $-0,9997$, que quiere decir que existe entre ellas una asociación inversa casi perfecta, siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$E_c = 10.18 - 0.429 E_p$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98°C los valores experimentales de exudado del esterilizado son significativamente inferiores que los valores obtenidos de la ecuación precedente.

3.2.2 COMPOSICION DE LA CONSERVA

3.2.2.1 PROPORCIÓN DE PESCADO EN LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de pescado, en la conserva terminada se da en la Tabla 10 y Figura 2, donde se ve que a medida que aumenta la temperatura de precocción la proporción de pescado decrece; siendo a 60°C de 75% y a 98°C de $91,22\%$. Siendo de $85,46\%$ cuando la temperatura de precocción es de 95°C . El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el intervalo de temperaturas $60-90^\circ\text{C}$ es $0,9958$, que expresa que existe entre ellas una relación positiva casi absoluta, siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas

variables la siguiente:

$$P_p = 67.9 + 0.1258 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C los resultados de las proporciones de pescado en la conserva terminada son significativamente mayores que los valores obtenidos de la ecuación precedente.

3.2.2.2 PROPORCIÓN DE LG EN LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de LG se dan en la Tabla 10, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción la proporción de LG disminuye; siendo a 60° C de 25 % y a 98° C de 8,79 %. Siendo de 15 % cuando la temperatura de precocción es de 95° C.

3.2.2.3 PROPORCIÓN DE EXUDADO EN EL LG DE LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de exudado en el LG de la conserva terminada se da en la Tabla 10 y Figura 2, donde se observa que el exudado en el líquido de gobierno decrece con el incremento de la temperatura. La proporción de exudado en el líquido de gobierno es de 46,15 a 90° C, 27,42 a 95° C y negativo (no existe exudado sino absorción) a 98° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el rango de temperaturas 60-90° C es 0,99996,

que quiere decir que existe entre ellas una relación negativa casi absoluta, siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que más se ajusta a los valores experimentales obtenidos la siguiente:

$$E_{lg} = 78,63 - 0,361 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C los resultados del exudado en el líquido de gobierno son mucho menores que los valores obtenidos de la ecuación precedente. Extrapolando en la tendencia de los datos de exudado en el líquido de gobierno a las temperaturas de 95 y 98° C, a exudados en el líquido de gobierno de 25 y 10 % corresponden temperaturas comprendidas entre 95 y 98° C, respectivamente.

3.2.3 RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

3.2.3.1 RENDIMIENTO DEL PESCADO PRECOCIDO ENVASADO EN LA CONSERVA

Los valores del rendimiento del pescado precocido en la conserva, se da en la Tabla 14, donde se observa que a medida que aumenta la temperatura de precocción el rendimiento del pescado precocido envasado se incrementa; siendo a 60° C de 83.79%, a 95°C de 94.90 % y a 98°C de 102 %. El coeficiente de correlación calculado entre estas

variables para el rango de temperaturas 60-90° C es 0,9787 que quiere decir que existe entre ellas una relación positiva casi absoluta; siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$R = 70.205 + 0,1667 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C los valores experimentales del rendimiento de pescado envasado es significativamente superior que los valores correspondientes obtenidos de la ecuación precedente, llegando en el segundo caso a ser superior al 100 %, es decir que el peso del pescado del producto final es mayor que el peso del pescado envasado debido a la absorción del líquido de gobierno.

3.2.3.2 RENDIMIENTO FINAL DE LA SARDINA FRESCA EN LA CONSERVA

Los valores del rendimiento de la sardina fresca se da en la Tabla 14, donde se observa que entre el aumento de la temperatura de precocción de 60 a 98° C y el rendimiento final de la sardina fresca no existe correlación, manteniéndose relativamente constante. Siendo el rendimiento final promedio de 27,84%

3.2.4 CALIDAD SENSORIAL DE LA CONSERVA

La calificación sensorial obtenida de los filetes de sardina a la apertura de la lata se da en la Tabla 13, donde vemos que a medida que la

temperatura de precocción aumenta de 60 a 98° C la calificación aumenta de inaceptable a excelente.

3.2.5 EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA CON EL TIEMPO DURANTE LA PRECOCCIÓN

Los datos de tiempo obtenidos con la evolución de la temperatura de la sardina fresca partiendo de 17° C y a temperatura uniforme de cámara de 101,3° C, se da en la Tabla 23 donde vemos que una sardina de 28-3-213 (talla-diámetro-peso) la temperatura es de 40° C después de 4,35 minutos, 65° C después de 9,03 minutos, 90° C después de 17,21 minutos, 95° C después de 21,09 minutos y cerca del equilibrio térmico (98° C) después de 27,05 minutos.

3.3 RESULTADOS CON MUESTRA DE SARDINA PRESALADA 60 MINUTOS

3.3.1 PERDIDA DE PESO EN EL PROCESO DE ENLATADO

3.3.1.1 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN LA PRECOCCIÓN Y OREADO

Los valores promedio obtenidos de pérdida de peso por exudado en la precocción y oreado individual de una sardina entera fresca a diferentes temperaturas centrales de precocción se da en la Tabla 16, donde vemos que a medida que aumenta la temperatura de precocción el exudado

aumenta; siendo a 60° C de 12,3 % y a 98° C de 23 % del peso de una sardina fresca entera. Siendo de 21,9% a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables en el rango de temperatura 60-98° C es 0,9989, que quiere decir que en tal rango existe una relación positiva casi perfecta entre temperatura y exudado, siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguientes:

$$E_p = -4.3 + 0,2766 T$$

Graficando la información obtenida sobre la temperatura y exudado de la precocción se ha obtenido el diagrama de dispersión de la Figura 1, en el que se logra visualizar la dependencia lineal directa entre ambos.

La Tabla 18, da los valores marginales de exudado obtenidos por incremento entre una y otra temperatura de precocción de una sardina, de donde se deduce que el mayor incremento del exudado por elevación de 1° C se presenta en el intervalo 95-98° C, seguido del intervalo 90-95° C.

Se ha obtenido los valores medios de exudado durante el oreado de 18 horas para las diferentes temperaturas de precocción de una sardina entera individual. Dichos valores están en la Tabla 18; donde se aprecia que la mayor exudación es a 98° C de precocción.

3.3.1.2 PÉRDIDA DE PESO EN EL FILETEADO

La Tabla 16 contiene los valores promedio de pérdida de peso en el fileteado de una sardina entera fresca según temperatura de precocción. Ahí vemos que a las temperaturas de 60°, 70°, 80°, 90°, 95° y 98° C la pérdida de peso es de 57,0, 55,7, 54,4, 53,1, 52,5 y 48,4 del peso de la sardina fresca entera, respectivamente. El coeficiente de correlación calculado en el rango de temperatura 60-90° C es 0,999998.

3.3.1.3 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN EL ESTERILIZADO

Los valores promedio de pérdida de peso por exudado en el esterilizado, según temperatura de precocción, se da en la Tabla 16, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción el exudado en el esterilizado disminuye; siendo a 6,1 % a 60° C y de 1,05 % a 98° C del peso de una sardina fresca entera. Siendo de 2,10% a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado para el intervalo de temperatura 60-90° C es -0,99917, que quiere decir que entre ellas existe una relación negativa casi perfecta; siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables las siguientes:

$$E_c = 12.847 - 0,11285 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C los

resultado del exudado del esterilizado son inferiores que los valores obtenidos de la ecuación precedente. Extrapolando en la tendencia de decrecimiento de los datos de exudado de las temperaturas de 95 y 98° C, para el exudado cero del esterilizado corresponde la temperatura de 101° C aproximadamente.

Graficando la información obtenida sobre la temperatura de precocción y el exudado del esterilizado se ha obtenido el diagrama de dispersión de la Figura 1, que visualiza la dependencia lineal inversa.

La Tabla 18, da los decrecimientos del exudado del esterilizado con el incremento de una a otra temperatura de precocción, del que se deduce que el mayor valor de disminución del exudado por elevación de 1° C se presenta en el intervalo 95-98° C seguido por el intervalo 90-95° C y que el menor valor de decrecimiento se presenta en el intervalo 80-90° C.

Entre los datos de exudado de la precocción y de exudado del esterilizado de la Tabla 16, el coeficiente de correlación calculado estas variables para el intervalo de temperaturas 60-90° C es -0,999974, es decir, que existe entre ellas una asociación inversa casi perfecta, siendo en tal caso la ecuación de regresión que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$E_c = 11,199 - 0,41536 E_p$$

Para las temperaturas de 95 y 98° C los valores experimentales del exudado del esterilizado son significativamente inferiores que los valores obtenidos de la ecuación precedente.

3.3.2 COMPOSICION DE LA CONSERVA

3.3.2.1 PROPORCIÓN DE PESCADO EN LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de pescado en la conserva terminada se da en la Tabla 17 y Figura 2, donde se observa que a medida que aumenta la temperatura de precocción la proporción de pescado aumenta; siendo a 60° C de 72 % y a 98° C de 85,25 %. Siendo de 83,25 % a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el intervalo de temperatura 60-90° C es 0,9993, que quiere decir que existe entre ellas una relación positiva casi absoluta, siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la siguiente:

$$P_p = 57,215 + 0,2482 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C el resultado de la proporción de pescado en la conserva terminada es significativamente superior que el valor

obtenido de la ecuación precedente.

3.3.2.2 PROPORCIÓN DE LG EN LA CONSERVA TERMINADA.

Los valores obtenidos de la proporción de LG en la conserva terminada se da en la Tabla 17, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción la proporción de LG disminuye; siendo a 60° C de 28 % y a 98° C de 14,75 %. Siendo de 15 % cuando la temperatura de precocción es próxima o superior a 95° C.

3.3.2.3 PROPORCIÓN DE EXUDADO EN EL LG DE LA CONSERVA TERMINADA

Los valores obtenidos de la proporción de exudado en el líquido de gobierno de la conserva terminada se da en la Tabla 17 y Figura 2, donde se observa que el exudado en el líquido de gobierno decrece con el incremento de la temperatura de precocción. La proporción de exudado en el líquido de gobierno es de 44,44 % a 90° C, 24,19 % a 95° C y 22,03 % a 98° C de precocción. El coeficiente de correlación entre estas variables para el intervalo de temperaturas 60-90° C es -0,9978, lo que quiere decir que existe entre ellas una relación negativa casi perfecta; siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que más se ajusta a los valores experimentales la siguiente:

$$E_{lg} = 86,39 - 0,4641 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C los resultados del exudado en el líquido de gobierno son mucho menores que los valores obtenidos de la ecuación precedente. De los datos de exudado en el líquido de gobierno para las temperaturas de precocción de 90 y 95° C se deduce, por intrapolación y extrapolación, que a las proporciones de exudado de 25 y 10 % en el líquido de gobierno corresponden las temperaturas de 94,8 y 98,5° C, respectivamente.

3.3.3 RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

3.3.3.1 RENDIMIENTO DEL PESCADO PRECOCIDO ENVASADO EN EL ENLATADO

Los valores del rendimiento del pescado precocido en la conserva se da en la Tabla 21, donde se observa que conforme aumenta la temperatura de precocción el rendimiento del pescado envasado se incrementa siendo a 60° C de 82 % y a 98° C de 96,33 %. Siendo de 95,58 % a la temperatura de precocción de 95° C. El coeficiente de correlación calculado entre estas variables para el rango de temperaturas 60-90° C es 0,9998, que indica que existe entre ellas una relación positiva casi absoluta; siendo en tal caso la ecuación de regresión calculada que liga más ajustadamente los valores experimentales obtenidos de dichas variables la

siguiente:

$$R = 66,35 + 0,2599 T$$

Para las temperaturas de precocción de 95 y 98° C los valores experimentales del rendimiento del pescado envasado son superiores en varios puntos a los valores obtenidos en la ecuación precedente, sin llegar al 100 %.

3.3.3.2 RENDIMIENTO FINAL DE LA SARDINA FRESCA EN LA CONSERVA

Los valores del rendimiento final de la sardina fresca se da en la Tabla 21, donde se observa que con el aumento de la temperatura de precocción el rendimiento de la sardina fresca no muestra ninguna tendencia, en el rango de temperatura de precocción 60-98° C. Siendo el rendimiento de 23,50 % a la temperatura de precocción de 95 °C.

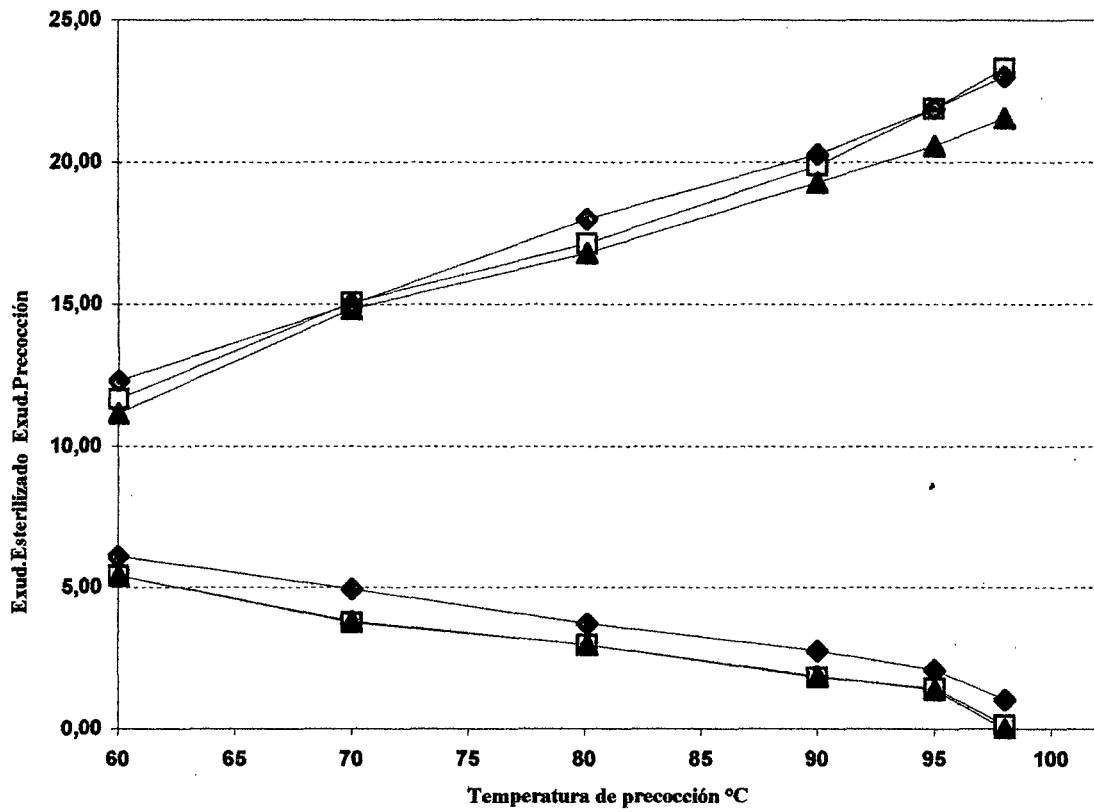
3.3.4 CALIDAD SENSORIAL DE LA CONSERVA

La calificación sensorial de los filetes de sardina a la apertura de la lata se da en la Tabla 20, donde se observa que a medida que aumenta la temperatura de precocción de 60 a 98° C la calificación aumenta de inaceptable a aceptable.

3.3.5 EVOLUCION DE LA TEMPERATURA EN EL TIEMPO DURANTE LA PRECOCCION

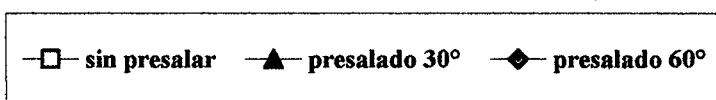
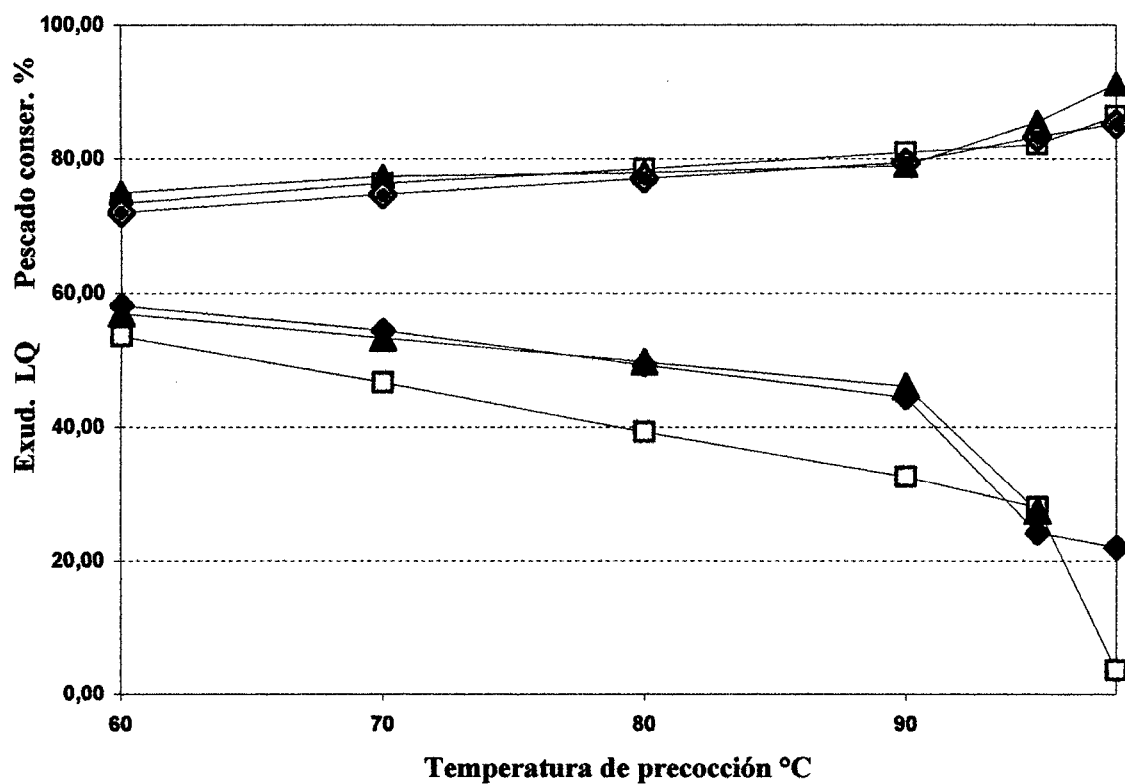
Los datos de tiempo obtenidos con la evolución de la temperatura de la sardina fresca partiendo de 17,5° C y a temperatura uniforme de

Fig 1. Exudado de la precocción y del esterilizado segun temp. de precocción



—□— Sin presalar —▲— presalado 30° —◆— presalado 60°

Fig.2.- Composición de la conserva terminada según temperatura de precocción



cámara de 101,3° C, puede verse en la Tabla 24. En dicha Tabla podemos observar que en una sardina de 27,5-2,8-175 (talla-diámetro-peso) la temperatura es de 40° C después de 4,32 minutos, 65° C después de 8,06 minutos, 90° C después de 15,4 minutos, 95° C después de 19,26 minutos y cercana al equilibrio térmico (98° C) después de 25,2 minutos.

3.4 DISCUSION DE LOS RESULTADOS

3.4.1 PÉRDIDA DE PESO POR EXUDADO EN LA PRECOCCIÓN

Hemos encontrado que la pérdida de peso por exudado en la precocción de las muestras de sardina adulta entera fresca se incrementa con la temperatura de la misma en una relación positiva para un intervalo de temperatura; en concordancia con lo encontrado por Meesemaeker & Sohier (1959), Doesburg & Papendorf (1969).

Hemos encontrado que la pérdida de peso por exudado en la precocción a 95° C de las muestras de la sardina entera fue de ± 21 % sea que se trate de sardina sin presalar o sardina presalada durante 30 y 60 minutos, en concordancia con Macance & Shipp (1933).

3.4.2 PÉRDIDA DE PESO EN EL FILETEADO

Hemos encontrado que la pérdida de peso en el fileteado decrece con el aumento de la temperatura de precocción, en concordancia con lo encontrado por M. López Benito (1973), Love (1970), Patterson y Goldspink (1972) y Jarenbak y Liljework (1975).

3.4.3 LICOR DEL ESTERILIZADO

Hemos encontrado que el exudado del esterilizado de la sardina tiende a cero con el aumento de la temperatura de precocción, en concordancia por lo encontrado por J.M. Gallardo y A. Vázquez (1978).

3.4.4 CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PRODUCTO EN CONSERVA

Hemos encontrado que las características sensoriales de la conserva de sardina mejora con el incremento de la temperatura de la precocción, concordante con lo encontrado por López Benito, Pastoriza y Cox (1975) y Takahashi (1965).

3.4.5 AGUA EXUDADA EN EL LG FINAL

Hemos encontrado que la presencia de agua exudada en el líquido de gobierno decrece con el aumento de la temperatura de precocción; el agua exudada en el líquido de gobierno correspondiente a la temperatura de precocción de 95° C es concordante con las normas de calificación de conservas.

3.4.6 RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

Hemos encontrado que los diferentes tipos de precocción ensayados no influyen en el rendimiento de la sardina entera fresca; y que el rendimiento en el esterilizado de la sardina precocida o envasada se incrementa con el incremento de la temperatura de precocción.

CONCLUSIONES

- De la correlación de la temperatura de precocción con las pérdidas de peso por exudado en la precocción, en el esterilizado y en el líquido de gobierno se concluye que, hasta la temperatura de 95° C, por cada unidad de aumento del exudado en la precocción el exudado del esterilizado disminuye siempre igual número de unidades, favoreciendo la clarificación del líquido de gobierno y el atractivo de la conserva. Siendo las siguientes ecuaciones que permiten predecir en forma estimada dichas variables:

Con muestra de Sardina sin Presalar

$$E_p = -5,823 + 0,2918 T$$

$$E_e = 9,787 - 0,309 E_p$$

$$E_c = 11,75 - 0,1096 T$$

$$E_{lg} = 97,48 - 0,7282 T$$

Con muestra de Sardina Presalada 60 minutos

$$E_p = -4,3 + 0,2766 T$$

$$E_e = 11,199 - 0,41536 E_p$$

$$E_c = 12,847 - 0,11285 T$$

$$E_{lg} = 86,39 - 0,4641 T$$

- De la correlación inversa existente entre la temperatura de precocción y la pérdida de peso en el fileteado se concluye que la temperatura de precocción favorece la eficiencia de la limpieza y fileteado de las sardinas, así como el rendimiento del proceso. Siendo los coeficientes de correlación entre dichas variables los siguientes:

Sin presalar

Presalado 60'

$$r = 0,999997$$

$$r = 0,999998$$

- De los resultados de la composición de la conserva de sardina según temperatura de precocción se concluye que la temperatura que ajusta mejor la conserva a las normas o estándares de calificación del mercado es 95° C. Siendo las siguientes

ecuaciones que permiten predecir en forma estimada dichas variables :

Sin presalar	Presalado 60'
$P_p=58,7+0,2477 T$	$P_p=57,215+0,2482 T$
$E_{lg}=97,48-0,7282T$	$E_{lg}= 86,39-0,4641 T$

4. De los resultados de las pérdidas de peso y rendimiento de la sardina se concluye que los rendimientos óptimos de la materia prima en el proceso de enlatado corresponde a la precocción a 95° C, con los siguientes valores:

Rendimiento	Sin Pre-Salar	Presalado 60'
a. En la precocción	78,1	78,1
b. En el fileteado	24,3	25,6
c. En el esterilizado	22,84	23,5

5. De la correlación entre la temperatura de precocción y el rendimiento del pescado envasado precocido en el enlatado se concluye que para temperatura superiores de 95° C el pescado pasa de un proceso de desorción de exudado a un proceso de absorción de líquido de gobierno. Siendo las ecuaciones que pueden servir para predecir en forma aproximada el rendimiento durante la desorción las siguientes:

Sin presalar	Presalado 60'
$R = 66,215+0,296 T$	$R=66,35+0,2599 T$

6. De la correlación de la temperatura de precocción y el rendimiento del pescado precocido enlatado se concluye que una precocción a temperatura inferior a los 95° C altera la composición e incrementa el líquido de gobierno de la conserva y una precocción por encima de los 95° C disminuye la presencia del líquido de gobierno en la conserva.

7. De los resultados de la calificación sensorial de la conserva se concluye, que la conserva terminada de sardina obtenida en un proceso de enlatado con precocción de 95° C – 98° C tiene la calificación de Muy Buena.
8. De los resultados de la evolución de la temperatura con el tiempo durante la precocción de la sardina se concluye que el tiempo para alcanzar la temperatura de precocción óptima depende de la talla, diámetro, peso y de la temperatura inicial del pescado.

Siendo el tiempo para alcanzar la temperatura de precocción de 95° C de 21 minutos, en una sardina de 28,5-3-213 y temperatura inicial de 17° C.

9. Del análisis de los resultados de la pérdida de peso y rendimiento de la sardina, de la composición y calidad sensorial de la conserva y de la evolución de la temperatura con el tiempo de precocción se concluye que la temperatura de precocción óptima de la sardina fresca entera adulta, que ajusta mejor la conserva a la sazón, a los estándares de calificación del mercado y al gasto energético es de 95°.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de complementar el presente trabajo, nos permitimos recomendar la realización posterior de trabajos de investigación sobre :

1. La manera en que la conformación de las proteínas del músculo de pescado cambian con las operaciones de precocción y esterilizado del proceso de enlatado.

2. Las reacciones químicas que tienen lugar con los tratamientos térmicos del proceso de enlatado y el efecto de la pérdida del valor biológico, digestibilidad y valor nutritivo del músculo del pescado.
3. El rol que juegan los compuestos de bajo peso molecular, procedentes de reacciones químicas de descomposición térmica, en la determinación del aroma y sabor del pescado enlatado.
4. La velocidad de ablandamiento del músculo y huesos del pescado bajo diferentes condiciones de precocción y esterilizado del proceso de enlatado.
5. La medición de la variación de las propiedades térmicas del tejido del pescado, durante el calentamiento en las operaciones de tratamiento térmico del proceso de enlatado.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ackman, R. G. (1974) In: Fishery Products, ed. Kreuzer, R., p. 112. West Byfleet, England: Fishing News (Books) Ltd.
2. Aitken, A. & Campell, D. (1969) Unpublished work. Torry Research Station, Aberdeen. 1
3. Aitken and J.J. Connel (1979) Effects of Heating on Foodstuff y Aberden: Terry Research Station.
4. Aman, M.E.B. & Smirnova, G.A. (1972) Ryb. Khoz., (6), 71.
5. Annamma, T.T. & Rao, C.V.N. (1974), Firshery Technol., 11,28.
6. Baldwin, R.E., Strong, D.H. & Torrie, J. H. (1962) Fd. Technol., 16(7), 115.
7. Ball, C.O., and Olson, F.C.W. (1957) "Sterilización y Food Technology". Edit. Mc Graw Hill.
8. Banliev, J. Conservas de carne y de pescado. Barcelona: Edit. Sintes, 1963.
9. Barnet, H. J., Nelson, R. W. & Dassow, J.A. (1969) Fischery Ind. Res., 5(3), 103.
10. Boyd, J.W. & Southcott, B. (1965) J. Fish, Res. Bd. Can., 22,53.
11. Celis, M., "Diseño, Selección y Acondicionamiento de Maquinaria y Eñipos para la Instalación de una Planta de Enlatado de Pescado tipo Sardinias" Tesis, 1987. Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. Universidad Nacional del Callao.
12. Charley, H. (1952) Fd. Res. 17, 136.
13. Charm, S.E. (1971) The fundamentals of Food Engineering. Westport, Conn.: Avi. Publ. Co. 2°.
14. Cheftel Jean Claude; Cheftel Henri (1976) Introducción a la Bioquímica y

Tecnología de los Alimentos, Vol. I. Editorial Acribia Zaragoza. España.

15. Connell, J.J. (1964) In: Proteins and their Reactions, eds. Schultz, H.W. & Anglemier, A.F. p. 255. Wetsport, Conn.: Avi. Publ.Co.
16. Connell, J.J. & Howgate, P. F. (1971) In: Fish Inspección and Qyuality Control, ed. Kreuzer, R., p. 155. London: Fishing News (Books) Ltd.
17. Cooper, D. le B. (1937) J. Biol. Bd. Can., 3, 100.
18. Daryl K. Granner 1986 Bioquímica de Harper. Edit. El Manual Moderno, S.A. de C.V., Mexico.
19. De, H. N. & Haque, M. Pack.J (1966) Sci. Ind. Res., 9, 133.
20. Deschacht, W & Vansevenant, A. (1968) Mededelingen van de Rijksfaculteid Landbouwwetenschappen te Gent, 33, 1661.
21. Dyer, W. J., Frase, D. I., McIntosh, R. G. & Myer, M. (1964) J. Fish. Res. Bd. Can., 21, 577.
22. Doesburg, J.J. & Papendorf, D.J. (1969) Fd. Technol., 4, 17.
22. Dollar, A.M., Glodner, A. & Olcott, H.S. (1967) Fishery Ind. Res., 3(4), 19.
23. El Bastavizi, A. M. & Smirnova, G.A. (1972) Voprosy Pintaniya, 31(3),90.
24. Forbes, J.C. (1927) Contr.Can. Biol. Fisheries, 3, 469.
25. Fujita, H. & Kishimoto, A. (1956) Bull. Jap Soc.Sci. Fish., 22,306.
26. Gallardo, J. M. (1978) Transferencia de materia y transmisión de calor en la precocción del listado (Kotsuwonus Pelamis). Barcelona: Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq. 52.
27. Gallardo J.M. y Vázquez A. (1978) Transferencia de materia y transmisión de calor en la precocción del listado. Barcelona. Edit. Inst. Inv. Pesq. Inf. Tec. 52.
28. Glasstone Samuel (1979). Tratado de Químico Física. Editorial Aguilar. España.
29. Groninger, H., S. & Brant, K.R J. (1969) Milk Fd. Technol., 32,1.

30. Hanoveer, L.M., Webb, N.B., Howéll, A.J. & Thomas, F.B. J. (1973) *Milk Fd. Technol.*, 36, 409.
31. Hashida, W., Mouri, T. & Shiga, I. (1968) *Fd. Technol.*, 22, 1436.
32. Howgate, P.F. & Ahmed, S.F. J. (1972) *Sci. Fd. Agric.*, 23, 615.
33. Hughes, R. B. (1958) *Nature*, 181,1281.
34. Hughes, R. B. J. (1959) *Sci. Fd. Agric.*, 10,431.
35. Hughes, R. B. J. (1960b) *Sci. Fd. Agric.*, 11,700.
36. Hughes, R. B. (1961a)*J. Sci. Fd. Agric.*, 12,475.
37. Hughes, R. B. J. (1963b) *Sci., Fd. Agric.*, 14,893.
38. Hughes, R. B. & Jones, N. R. J. (1966) *Sci. Fd. Agric.*, 17, 434.
39. Jarenback, L. & Liljemark, A. J. (1975)*Fd. Technol.*, 10, 229
40. Jason, A.C. (1963) Unpublished work. Torry Research Station, Aberdeen.
41. Jones, N. R. (1967) In: *Chemistry and Physiology of Flavour*, eds. Schultz, H.W., Day, E. A. & Libby, L. M., p. 267. Westport, Conn. : Avi. Publ. Co.
42. Jones, N.R. (1969) In: *Proc. 1st Int. Congr. Fd. Sci. Technol.*, ed. Leitch, J.M. Vol.1, p. 199. London : Gordon & Breach.
43. Jordan, S. R., (1978) *Situación de los Recursos Sardina, Anchoqueta y Caballa. Informe N° 56 del Instituto del Mar del Perú – Callao, 1978.*
44. Kustalov, G. N. & Saduakasov, T. S. (1971) *Ryb. Khoz.*, (12)66.
45. Lamb, J. 1976) *Chem.& Ind.*, (24), 1046.
46. Lassen, S. (1965a) In: *The Technology of Fish Utilisation*, ed, Kreuzer, R., p. 235.London: Fishing News (Books) Ltd.
47. Leandro Adolfo M. (1996) *Bramatología. Edit. Universitaria, 1ª Edic.*
48. Lehninger, Albert. (1979) *Bioquímica, Las Bases Moleculares de la Estructura y Función Celular. Barcelona, España. Ed. Omega.*

49. Lobanov, D. I. & Bikova, S. V. (1938) Voprosy Pitaniya, 7(2), 12.
50. López, Benito (1973) Estudio de la Precoccción de Túnidos en la Industria Conservera. Barcelona: Edit Inst. Inv. Pesq. Inf. Tec 4 .
51. López Benito, H., Pastoriza, L. y Cores, A. (1975) Fabricación de Productos Comerciales a partir de especies de pescado de bajo precio. Barcelona: Edit. Inst. Inv. Pesq. Inf. Tec 22.
52. López, Benito y Gallardo, J. M. (1973) Estudio sobre la fabricación de conservas y platos preparados a partir de merluza congelada. Barcelona (España): Edit. Inst. Inv. Pesq. Inf. Tec. 8.
53. Love, R.M. (1970) Chemical Biology of Fishes. London & New York: Academic Press.
54. Ludorff, W. (1963) El pescado y sus productos. Madrid: Edit Zaragoza.
55. Martín, D. (1986) Bioquímica de HARPER. Mexico: Edit E/Manual moderno S.A. de CV, 10ª Edic,
56. McAdams, W. H. (1954) Heat Transmission. New York: Edit. McGrow-Hill Book Co. 3de., 33,34.
57. McCance, R.A. & Shipp, H.L. (1933) The Chemistry of Flesh Foods and their Losses on Cooking. MRC Special Report Series, N° 187. London: HMSO.
58. McCance. & Widdowson (1960). The Composition of Foods, 3rd edn. MRC Special Report Series, N° 297. London: HMSO. .
59. McLay, R. J. (1967) Sci. Fd. Agric.,18.605.
60. Meesmaecker, R. & Sohier, Y. (1959) Fd. Mfr.
61. Mohr, V. (1971) Ph.D Thesis, University of Aberdeen.
62. Murray, J & Burt, J.R. (1969) Torry Research Station Advisory Note N° 38. Edinburgh: HMSO.

63. Nagayama, F. (1960) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 26,1026.
64. Nasedkina, A.E. & Krasnitskaya, A.L. (1972) Izvestia TINRO, 83,39.
65. Odense, P. H., Lueng, T. C., Green, W. A. & Dingle, J.R. (1969) Biochim. Biophys. Acta, 188, 124.
66. Olley, J. & Lovern, J.A. (1960) J. Sci. Fd. Agric., 11,644.
67. Ono, T. & Nagayama, F. (1959) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24, 833.
68. Ota, F. (1958) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24, 288.
69. Panizao A., J.M. Gallardo y M. López-Benito. Estabilidad de las conservas de moluscos al natural. Barcelona (España): Edit. Inst. Inv. Pesq. Inf. Tec. 71.1980.
70. Parry, D.A. (1970) In: Proteins as Human Foods, ed. Lawrie, R.A., p. 365. London: Butterworths.
71. Patterson, S. & Goldspink, G. (1972) Zellforsch., 133, 463.
72. Piggott, G. M. & Dollar, A.M. (1963) Fd. Technol., 17(4), 115.
73. Ronold, D.A. & Jakobsen. F. J. (1947) Soc. Chem. Ind., 66.160.
74. Rodríguez, S. M. y Rodríguez R., M.A. (1988) Teoría y Diseño de la Investigación Científica. Lima: Edit. Atusparia. 3ª Edición .
75. Sánchez y R. Lam. (1970). Algunas Características Físicas y Químicas de las Principales Especies para Consumo Humano y sus Rendimientos en Productos Pesqueros en el Perú. Callao (Perú) Inst. Del Mar del Perú. Inf. Tec. 33.
76. Sidwell, V.D., Foncannon, P.R., Morore, N.S. & Bonnet, J.C. (1974) Mar. Fish. Rev., 36(3), 21.
77. Sparre, T. (1965) In: Fish as Food, ed. Borgstrom, G. Vol. 3, p. 411. London & New York: Academic Press.

78. Takahashi, T. (1965) In: Fish as Food, ed. Borgstrom, G. Vol. 4, p. 339. London & New York: Academic Press.
79. Tarladgis, B.G. (1962) J. Sci. Fd. Agric., 13, 481.
80. Tarr, H. L. A. (1941) Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. Pacific Stations, N° 48, p. 19.
81. Tarr, H. L. A. (1954) Fd. Technol., 8, 15.
82. Thompson, M. H. (1963) Fd. Technol., 17(5), 157.
83. Tokunaga, T. (1965a) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 41, 535.
84. Tsuyuki, H. (1974) In: Chemical Zoology, eds. Florkin, M. & Scheer, B. T. Vol. 8, p. 287. London & New York: Academic Press.
85. Vasey, E. B. (1956) Can. J. Biochem. Physiol., 34, 108.
86. Vicetti V. Rodolfo (1991). Propiedades funcionales de la carne de pescado y cambios producidos por el almacenamiento y procesamiento. Notas de divulgación en Ciencias y Tecnologías. Inst. Tec. Pesq. del Perú, 1991, Vol 1 5-22.
87. Ward, A., Wignall, J. & Windsor, M. L. (1977) J. Sci. Fd. Agric., 28, 941. 1977.
88. Yamanaka, H., Bito, M. & Yokoseki, M. (1973) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39, 1293, 1299.
89. Zuta, J. (1990) Líneas de Procesamientos de Pescados y Mariscos, Callao (Perú): Editorial Universidad del Callao, 1ª Edición.



APÉNDICE

Tabla Nº 1 Datos Promedios de las Muestras de Sardina sin Presalar utilizadas según temperatura de precocción

TEMPERATURA INTERNA DE PRECOCCION °C	TALLA	PESO
	Cm.	Gr.
60.00	28.33	233.25
70.00	27.30	185.08
80.00	27.14	197.28
90.00	27.93	184.86
95.00	29.71	211.44
98.00	27.57	178.64

Tabla Nº 2 Perdidas de peso en el proceso de enlatado de sardina según temperatura de precocción, sin presalado

TEMPERATURA INTERNA DE PRECOCCION °C	EXUDADO DE LA PRECOCCION (%)	EXUDADO DE LA PRECOCCION Y OREADO % 18h	PERDIDA DE PESO EN FILETEADO (%)	EXUDADO DEL ESTERILIZADO (%)
60	9.13	11.66	57.52	5.41
70	12.83	15.05	56.46	3.76
80		17.13	55.39	2.98
90	16.11	19.89	54.34	1.84
95		21.9	53.8	1.47
98	18.67	23.3	50.19	0.15

Tabla N° 3 Composición de la conserva de sardina terminada según temperatura de precocción, sin presalar

Temperatura Interna de Precocción °C	Proporción de Pescado en la conserva (en peso)	Proporción de Líquido de Gobierno en la Conserva (en peso)	Proporción de exudado en líquido de gobierno (en peso)
60	73.35	26.65	53.56
70	76.36	23.64	46.64
80	78.52	21.48	39.29
90	80.95	19.05	32.60
95	82.19	17.81	27.97
98	86.35	13.65	3.67

Tabla N° 4 Exudado en oreado y exudado marginal, según temperatura de precocción sin presalado

Temperatura Interna de Precocción °C	Exudado del oreado (% en peso)	Exudado marginal en la Precocción (% en peso)	Exudado marginal en el esterilizado (% en peso)
60.00	2.53		
70.00	2.22	3.39	-1.65
80.00		2.08	-0.78
90.00	3.78	2.76	-0.43
95.00		2.01	-0.37
98.00	4.63	2.90	-1.32

Tabla Nº 5 Proporción del total de agua de la sardina exudada en la precocción, sin presalar

Temperatura interna de precocción °C	Proporción del total de agua exudado (en peso)
57.00	14.70
65.00	15.80
70.00	20.90
80.00	23.78
90.00	27.60
95.00	28.40
98.00	32.32

Tabla Nº 6 Calificación organoléptica de la conserva terminada

Temperatura interna de precocción °C	Calificación organoléptica
60	Inaceptable
70	Aceptable
80	Aceptable
90	Bueno
95	Bueno
98	Excelente

Tabla N° 7 Rendimiento de la sardina en el enlatado según temperatura de precocción

Temperatura interna de precocción °C	Rendimiento de la sardina envasada (%en peso)	Rendimiento final de la sardina fresca (% en peso)
60	83.99	25.41
70	87.24	24.73
80	89.91	24.5
90	92.86	23.93
95	94.28	22.84
98	99.43	26.36

Columna 1vs 2
r=0.9990

Tabla N° 8 Datos promedios de las muestras de sardina pre:presaladas 30 minutos utilizados según temperatura de precocción.

Temperatura interna de precocción °C	Talla	Peso
	cm.	gr.
60.00	27.71	182.16
70.00	28.25	208.87
80.00	27.00	175.37
90.00	27.77	187.43
95.00	27.75	191.87
98.00	28.95	217.33

Tabla N° 9

Pérdidas de peso en el proceso de enlatado de sardina, según temperatura de precocción, con presalado de 30 minutos

Temperatura Interna de Precocción °C	Exudado de la precocción (%)	Exudado de la precocción y oreado (%) 18 h	Pérdida de peso en fileteado (%)	Exudado del esterilizado (%)
60		11.16	55.92	5.42
70	11.31	14.84	54.18	3.8
80		16.79	52.6	2.98
90	15.18	19.29	50.3	1.87
95	18.37	20.58	49.665	1.405
98	18.33	21.55	50.11	

Tabla N° 10

Composición de la conserva de sardina, según temperatura de precocción, con presalado de 30 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Proporción de pescado en la conserva (en peso)	Proporción de líquido de gobierno en la conserva (en peso)	Proporción de exudado en líquido de gobierno (en peso)
60	75	25.00	57.00
70	77.38	22.62	53.30
80	77.96	22.04	49.74
90	79	21.00	46.15
95	85.46	14.54	27.42
98	91.22	8.79	

Tabla N° 11 Exudado en creado y Exudado marginal, según temperatura de precocción con presalado de 30 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Exudado del Oreado (% en peso)	Exudado marginal en la precoción (% en peso)	Exudado marginal en el esterelizado (% en peso)
60.00			
70.00	3.53	3.61	-1.62
80.00		1.95	-0.82
90.00	4.11	2.50	-1.11
95.00	2.21	1.29	-0.465
98.00	3.22	0.97	-1.405

Tabla N° 12 Proporción del total de agua de la sardina exudada en la precocción sin presalar

Temperatura interna de precoccion °C	Porcentaje del agua exudado en la precoccion (en peso)
60.00	15.50
70.00	20.60
80.00	21.68
90.00	25.83
95.00	29.82
98.00	29.92

Tabla N° 13 Calificación organoleptica a la apertura de la lata de conserva de sardina, según temperatura de precocción con presalado de 30 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Calificación Organoleptica
60.00	Inaceptable
70.00	Aceptable
80.00	Aceptable
90.00	Bueno
95.00	Bueno
98.00	Excelente

Tabla N° 14 Rendimiento de la sardina en el enlatado según temperatura de precocción, con presalado de 30 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Rendimiento de la Sardina envasada (% en peso)	Rendimiento final de la Sardina fresca (%)
60.00	83.79	27.50
70.00	86.5	27.18
80.00	87.54	27.63
90.00	89	28.54
95.00	94.9	28.35
98.00	102	28.95

TABLA N° 15 Datos promedios de las muestras de sardina individual presaladas 60° utilizadas según temperatura de precocción

Temperatura interna de precocción °C	Talla cm.	Peso gr.
60.00	26.62	168.50
70.00	28.50	219.60
80.00	28.50	217.25
90.00	27.37	191.00
95.00	26.12	177.12
98.00	26.00	165.12

Tabla N° 16 Perdidas de peso en el proceso de enlatado de sardina según temperatura de precocción, con presalado de 60 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Exudado de la precocción (%)	Exudado de la Precocción y Oreado (%) 18h	Pérdida de peso en fileteado (%)	Exudado del Esterilizado (%)
60.00		12.30	57.00	6.10
70.00		15.00	55.72	4.95
80.00	14.90	18.00	54.43	3.73
90.00	16.55	20.28	53.14	2.78
95.00		21.90	52.50	2.10
98.00	18.85	23.01	48.37	1.05

Tabla N° 17 Composición de la conserva de sardina terminada, según temperatura de precocción, con presalado de 60 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Proporción de pescado en la conserva (en peso)	Proporción de líquido de gobierno en la conserva (en peso)	Proporción de exudado en líquido de gobierno (en peso)
60.00	72.00	28.00	58.18
70.00	74.75	25.25	54.45
80.00	77.07	22.93	49.26
90.00	79.50	20.50	44.44
95.00	83.25	19.21	24.19
98.00	85.25	14.75	22.03

Tabla N° 18 Exudado en oreado y exudado marginal según temperatura de precocción con presalado de 60 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Exudado del oreado (%en peso)	Exudado marginal en la precocción (%en peso)	Exudado marginal en el esterilizado (%en peso)
60.00	3.85	2.70	
70.00		3.00	-1.15
80.00		2.28	-1.22
90.00	3.73	1.62	-0.95
95.00		1.10	-0.68
98.00	4.16		-1.05

Tabla N° 19 Proporción del total de agua de la sardina exudado según temperatura de precocción con presalado de 60 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Porcentaje del total de agua exudada en la precocción (en peso)
60.00	14.00
70.00	21.70
80.00	25.00
90.00	28.17
95.00	24.20
98.00	32.00

Tabla N° 20 Calificación organoléptica a la apertura de la lata de conserva, según temperatura de precocción

Temperatura interna de precocción °C	Calificación organoléptica
60.00	Inaceptable
70.00	Aceptable
80.00	Aceptable
90.00	Bueno
95.00	Bueno
98.00	Excelente

Tabla N° 21

Rendimiento de la sardina en el enlatado según temperatura de precocción, con presalado de 60 minutos

Temperatura interna de precocción °C	Rendimiento de la sardina envasada (% en peso)	Rendimiento final la sardina fresca
60.00	82.00	24.60
70.00	84.46	24.33
80.00	87.14	23.84
90.00	89.77	23.80
95.00	95.58	23.50
98.00	96.33	27.57

Tabla Nº 22 Datos de tiempo recogidos según temperatura de la sardina entera sin presalar durante la precocción

Sardina

Talla (cm)	Peso (gr)	Diámetro		Temperatura de Calentamiento (°C)																
				Tiempo de Calentamiento (min)																
		d	d	26.5	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	98	
29	207	5.2	3.2	0	1.11	1.57	2.48	3.34	4.22	5.12	5.56	6.52	7.57	9.1	10.23	11.51	13.46	16.28	19.34	
28	194.5	5.2	3.2	0	1.14	2.15	3.05	3.53	4.37	5.23	6.17	7.13	8.12	9.18	10.34	12.1	14.05	17.15	19.51	
27	168.5	4.8	3.2	0	1.18	2.07	2.5	3.36	4.22	5.05	5.48	6.38	7.31	8.34	9.46	10.98	12.42	15	17.36	
28	174	4.7	3	0	1.01		2.29	3.11	3.49	4.32	5.11	5.54	6.51	7.53	9	10.21	12.08	14.5	17.38	
26.5	163	4.5	3	0	1.29	2.31	3.16	4.12	4.55	5.31	6.34	7.27	8.28	9.34	11.5	12.22	14.21	17.25	20.56	

Tabla Nº 23 Datos de tiempo recogidos según temperatura de la sardina entera con presalado de 30 minutos durante la precocción

Sardina

Talla (cm)	Peso (gr)	Diámetro		Temperatura de Calentamiento (1C)																
				Tiempo de Calentamiento (min)																
		d	d	17	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	98
29	209	5	3	0	2.24	3.15	4.02	4.48	5.34	6.21	7.06	8.02	9.07	10.17	11.37	13.15	15.17	13.38		27.22
29	208	5	3	0	2.36	3.17	3.55	4.41	5.16	5.57	6.43	7.23	8.15	9.15	10.21	11.46	13.21	15.39	19.31	25.4
30.5	219	5	3	0	3.29	4.13	4.46	5.2	5.56	6.32	7.11	7.53	8.43	9.41	10.43	12.08	13.37	16.13	19.39	26.27
28.5	213	5	3	0	2.19	3.01	3.48	4.35	5.24	6.18	7.11	8.05	9.03	10.09	11.3	13.14	15.02	17.21	21.09	27.05
28.6	218	5	3	0	3.26	4.17	5.07	5.53	7.25	7.53	8.19	9.15	10.16	11.25	12.44	14.15	16.01	18.39	23.01	30.28
28.3	227	5	3	0	1	2.33	3.17	4	5.05	6.03	7.01	8.12	9.34	10.57	12.34	14.13	16.22	19.2	23.52	31.84
28.8	208	4.8	3	0	1.29	2.05	2.5	3.22	4.12	5.03	5.56	6.47	7.54	8.56	10.14	11.38	13.23	15.46	19.55	25.58
26	165.5	4.5	3	0	2.1	2.51	3.33	4.11	4.54	5.56	7.01		8.08	9.12	10.22	11.4	13.22	15.31	19.58	

Tabla N° 24 Datos de tiempo recogidos segun temperatura de la sardina entera presalada 60 minutos durante la precocción en cámara de vapor a 100°C

Sardina presalada
60 minutos

				Temperatura de Calentamiento (°C)																
				Tiempo de Calentamiento (min)																
Talla (cm)	Peso (gr)	Diámetro d		17.5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	98
25	163.5	4.5	2.7	0	1.06	1.33	2.02	2.37	3.16	4.07	4.4	5.27	6.21	7.28	8.32	9.58	11.46	14.18	18.22	24.14
25	145	4.4	2.7	0	2.1	2.47	3.26	3.59	4.36	5.22	5.54	6.37	7.29	8.2	9.23	10.35	12.01	13.53	17.07	21.35
27.5	175	4.5	2.8	0	2.38	3.17	4.01	4.32	5.11	5.47	6.06	7.09	8.05	9.07	10.21	11.45	13.33	15.44	19.26	25.2
28	217	4.8	3	0	0.46	1.18	2.12	2.54	3.39	4.25	5.17	6.14	7.19	8.4	9.55	11.24	13.14	16.04	20.48	
26	171	4.6	2.7	0	1.03	1.31	2.04	2.41	3.19	4.03	4.41	5.23	6.1	7.06	8.12	9.25	11.03	13.18	17.19	
25.5	164	4.4	2.8	0	0.52	1.14	1.56	2.19	3	3.42	4.2	5.06	5.56	6.52	7.59	9.23	11.1	13.25	17.09	
29	216.5	4.8	3	0	2.48	3.43	4.41	5.3	6.11	7.11	8.08	9.1	10.32	11.29	12.53	14.31				