



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



### **[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)**

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

**CONSTANCIA**

El que subscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE LOS COCINADORES EN LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS Y GRASAS DEL FILETE DE PESCADO EMPLEADO EN LA ELABORACIÓN DE CONSERVAS”**

PRESENTADO POR:

**Bach. RANGEL RANGEL DIANA CAMILA**

Autor del Proyecto de Tesis del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de **INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA**. El Resultado obtenido es **2%** (PORCENTAJE DE SIMILITUD) por lo cual, se otorga el calificativo de:

**APROBADO**, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

El porcentaje de similitud es menor del 20%, establecido como máximo por Reglamento de Evaluación de originalidad.

Ica, 14 de abril de 2025

Nº de Recibo: 20152250

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
*F. E. P.*  
DR. FERNANDO EDUARDO CANO LEGUA  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

Facultad de Ingeniería de Ingeniería Química y Petroquímica



Tesis:

**Influencia de la temperatura de los cocinadores en la concentración de proteínas y grasas del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles.

Autora: RANGEL RANGEL DIANA CAMILA

Asesor: DR.ROSALIO CUSI PALOMINO

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ICA – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Miriam y mi padre Armando, por su apoyo absoluto que me demuestran cada día, por tal motivo les dedico este trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento es a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica por las enseñanzas brindadas hacia mi persona, también agradecer a las personas que estuvieron alentándome en los momentos desafiantes de la carrera profesional, a todos ustedes gracias.

## INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	1
DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
INDICE DE TABLAS .....	5
INDICE DE FIGURAS .....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....	13
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Marco teórico.....	14
2.3. Marco conceptual.....	25
2.4. Estrategia experimental.....	25
2.5. Procedimiento experimental.....	26
III. RESULTADOS.....	35
IV. DISCUSIÓN.....	69
V. CONCLUSIONES.....	71
VI. RECOMENDACIONES .....	72
VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	73
VIII. ANEXOS.....	75

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición Nutricional de la Caballa	17
Tabla 2 Variación del contenido de grasas en la caballa	22
Tabla 3 Composición porcentual de la caballa	35
Tabla 4 Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 30 minutos	36
Tabla 5 Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 40 minutos	37
Tabla 6 Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 50 minutos	38
Tabla 7 Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 50 minutos	39
Tabla 8 Tratamiento térmico a 80°C, tiempo 40 minutos	40
Tabla 9 Tratamiento térmico a 80°C, tiempo 50 minutos	41
Tabla 10 Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 30 minutos	42
Tabla 11 Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 40 minutos	43
Tabla 12 Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 50 minutos	44
Tabla 13 Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 50 minutos	45
Tabla 14 Tratamiento térmico a 100°C, tiempo 40 minutos	46
Tabla 15 Tratamiento térmico a 100°C, tiempo 50 minutos	47
Tabla 16 Tratamiento térmico a 110°C, tiempo 30 minutos	48
Tabla 17 Tratamiento térmico a 110°C, tiempo 40 minutos	49
Tabla 18 Tratamiento térmico a 110°C, tiempo 50 minutos	50
Tabla 19 Variación del contenido de proteínas en la caballa en Función a la Temperatura de Procesamiento	51
Tabla 20 Variación del contenido de grasas en la caballa en Función a la Temperatura de Procesamiento	52
Tabla 21 Composición Proximal de la Caballa	53
Tabla 22 Concentración de Proteínas Final Luego del Tratamiento Térmico de Acuerdo al Diseño Experimental	55
Tabla 23 Porcentaje de Perdidas de Proteínas por Cada Corrida Experimental	56
Tabla 24 Análisis de Varianza para la Perdida de Proteínas	57
Tabla 25 Prueba de Comparación Múltiple para Perdida de Proteínas con Relación al Tiempo	59
Tabla 26 Prueba de Comparación Múltiple para Perdida de Proteínas con Relación a la Temperatura	60
Tabla 27 Concentración de Grasas Final Luego del Tratamiento Térmico de Acuerdo al Diseño Experimental	62
Tabla 28 Porcentaje de Perdidas de Grasas por Cada Corrida Experimental	63
Tabla 29 Análisis de Varianza para la Perdida de Grasas	64

Tabla 30 Prueba de Comparación para Perdida de Grasa con Relación al Tiempo	66
Tabla 31 Prueba de Comparación para Perdida de Grasas con Relación a la Temperatura	67
Tabla 32 Parámetros Óptimos del Proceso	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Conserva de Caballa, Marca Campomar	15
Figura 2 Caballa ( <i>Scomber japonicus peruanus</i> )	15
Figura 3 Filete de caballa.	16
Figura 4 Proteína hidrolizada del pescado.	19
Figura 5 Desnaturalización de las Proteínas	20
Figura 6 Estado nativo de la estructura terciaria de la proteína	21
Figura 7 Desnaturalización de las proteínas del huevo por varios agentes.	22
Figura 8 Cocedor al vapor al vacío.	24
Figura 9 Cooler para conservar la caballa.	26
Figura 10 Horno de Secado	28
Figura 11 Mufla Eléctrica	29
Figura 12 Extractor Soxhlet	30
Figura 13 Equipo Kjeldahl para proteínas.	32

## RESUMEN

Esta tesis titulada **“Influencia de la temperatura de los cocinadores en la concentración de proteínas y grasas del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas”**, es una investigación de tipo aplicada, de nivel explicativa y de diseño experimental, cuyo objetivo es determinar la influencia de la temperatura sobre las proteínas y la grasa en la carne de caballa cuando esta se somete a cocción en los cocinadores de las plantas de conserva de pescado. Experimentalmente se ha establecido que el aumento gradual de la temperatura sobre la carne del pescado propicia la desnaturalización de las proteínas disminuyendo su concentración en la carne de caballa debido además por la descomposición que sufren al estar sometidas a temperaturas superiores a 80°C, donde la desnaturalización es irreversible, dando como resultado sustancias diferentes, por otro lado, las altas temperaturas separan la grasa de la carne, disminuyendo su concentración. La variación promedio de proteínas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores es de 3,5%. Mientras que la variación promedio de grasas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores es de 3,0%. Finalmente, la pérdida de proteínas fue de 25.06, 19.37 y 13.92 % para los tiempos de 50, 40, y 30 min respectivamente, y de 35.87, 21.52, 18.14, 13.71 y 8.01% para las temperaturas de 100, 90, 110, 80, y 70 °C respectivamente, mientras que la pérdida de grasa fue de 39.40, 34.22, 28.64% para los tiempos de 50,40 y 30 min, respectivamente, y de 47.84, 43.19, 31.56, 25.91, y 21.93% para las temperaturas de 110, 100, 90, 80 y 70°C.

**PALABRAS CLAVES:** Cocinadores, proteínas, grasas, conserva, caballa.

## **ABSTRACT**

This thesis, titled “Influence of Cooker Temperature on the Protein and Fat Concentration in Fish Fillets Used for Canning,” is an applied research study of an explanatory level with an experimental design. Its objective is to determine the influence of temperature on proteins and fat in mackerel meat when subjected to cooking in the cookers of fish canning plants. Experimentally, it has been established that the gradual increase in temperature on fish meat promotes protein denaturation, reducing its concentration in mackerel meat. This is also due to the decomposition that occurs when exposed to temperatures above 80°C, where denaturation becomes irreversible, resulting in different substances. On the other hand, high temperatures separate fat from the meat, reducing its concentration. The average variation in protein content in fish fillets during treatment in cookers is 3.5%, while the average variation in fat content is 3.0%. Finally, protein loss was recorded at 25.06%, 19.37%, and 13.92% for cooking times of 50, 40, and 30 minutes, respectively, and at 35.87%, 21.52%, 18.14%, 13.71%, and 8.01% for temperatures of 100, 90, 110, 80, and 70°C, respectively. Meanwhile, fat loss was recorded at 39.40%, 34.22%, and 28.64% for cooking times of 50, 40, and 30 minutes, respectively, and at 47.84%, 43.19%, 31.56%, 25.91%, and 21.93% for temperatures of 110, 100, 90, 80, and 70°C.

**KEYWORDS:** Cooks, proteins, fats, preserves, mackerel

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los componentes de los alimentos de vital importancia es la proteína, componente indispensable para la dieta diaria de las personas, la cual debe de ser procesada con mucho cuidado teniendo en cuenta que durante su procesamiento se ve expuesta al aumento de la temperatura y esta afecta su estructura ocasionando primeramente su desnaturalización y luego, cuando las temperaturas son muy altas, su descomposición, anulando sus propiedades y por tanto sus efectos nutricionales al ser consumidas.

El calentamiento de los alimentos que contienen materia prima proteica genera nuevos enlaces cruzados S-S en el proceso de desnaturalización de la proteína, lo cual influye en la reducción de la digestibilidad de la proteína en un porcentaje que puede oscilar entre 2 y 7%. Estudios experimentales han establecido que la proteína del pescado tratada térmicamente a 95°C en un tiempo no menor de 20 minutos pierde digestibilidad en todos los aminoácidos, siendo la cistina una de las más afectadas ya que la reducción de la digestibilidad en ella bajo esas condiciones es del 16 al 26% mientras que el ácido aspártico tiene una reducción del 7 al 11% de esta misma propiedad.

Otro de los efectos del calentamiento de las proteínas es la racemización de los aminoácidos, principalmente el ácido aspártico, este efecto se produce cuando las proteínas son tratadas a temperaturas que van desde 95°C hasta 127°C, cosa que no sucede cuando se expone a las proteínas a temperaturas más suaves que no superan los 70°C.

### **Planteamiento del problema.**

La carne de pescado es una de las más susceptibles al deterioro en un corto tiempo por lo que se acostumbra industrialmente a conservarla en frío o mediante tratamiento a altas temperaturas. Para lograr un mayor tiempo de conservación el método adecuado es la conservación en enlatados cuyo nombre es conserva de pescado y para su elaboración se emplean altas temperaturas en ciertas etapas de la producción y una de ella es el tratamiento en los cocinadores donde el pescado se somete a temperaturas de hasta 70 u 80°C y como resultado de ello los componentes de la carne de pescado sufren deterioro. Uno de los componentes que se degradan son las proteínas, las cuales se desnaturalizan y por otro lado en el agua de cola que se genera durante la cocción arrastran cierta cantidad de grasas. Estos son los componentes que desde el punto de vista nutricional son los más importantes y el objetivo de la presente investigación es la cuantificación de ellos antes y después de la cocción para establecer el promedio de la variación que se produce en esta etapa del proceso de elaboración de las conservas.

### **Formulación del problema.**

#### **Problema general.**

¿La temperatura de los cocinadores influye en la concentración de proteínas y grasas del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es la variación en promedio de proteínas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores?
- ¿Cuál es la variación en promedio de grasas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores?

### **Objetivos.**

#### **Objetivo general**

Determinar la influencia de la temperatura de los cocinadores en la concentración de proteínas y grasas del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas.

### **Problemas específicos**

- Determinar la variación promedio de proteínas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores.
- Determinar la variación promedio de grasas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores.

### **Hipótesis y variables de la investigación.**

#### **Hipótesis General.**

La temperatura de los cocinadores influye directa y significativamente en la concentración de proteínas y grasas del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas.

### **Problemas específicos**

- La variación en promedio de proteínas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores, es alta.
- La variación en promedio de grasas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores es significativa.

### **Variables:**

#### **Variable independiente:**

Temperatura de los cocinadores, y tiempo de residencia.

#### **Variable dependiente.**

Porcentaje (%) de pérdida de proteínas y grasas en el filete.

### **Justificación e importancia de la investigación.**

#### **Justificación teórica:**

Esta investigación se justifica teóricamente en tanto aborda el estudio del efecto de la temperatura y del tiempo de residencia de la carne de pescado en los cocinadores, para establecer la variación en el contenido de grasas y proteínas y como ello afecta el valor nutricional del pescado.

#### **Justificación metodológica:**

Se justifica metodológicamente ya que el estudio aborda desde una perspectiva experimental, con la finalidad de buscar datos que ayuden a confirmar la hipótesis planteada en la investigación.

**Justificación social:**

Se justifica porque busca que establezca el tiempo y la temperatura a la cual la carne de pescado debe ser procesada en los cocinadores de las plantas conserveras para no afectar demasiado las proteínas y las grasas que contiene.

**Justificación práctica:**

Desde el punto de vista práctico la tesis se justifica porque el estudio que se realizará permitirá conocer los parámetros adecuados para el procesamiento de la carne de pescado.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1. Antecedentes.

#### **A nivel internacional:**

J. Martínez y col. [1] presentó su investigación sobre el efecto del calor en las proteínas del pescado, específicamente sobre la lisina. El objetivo de la tesis fue cuantificar la variación de las proteínas a diferentes condiciones de temperatura, a fin de establecer un parámetro adecuado para el procesamiento del pescado, sin afectar su valor proteico. La investigación fue de tipo aplicada, teniendo como fin el mejoramiento de la calidad de la alimentación de las poblaciones ribereñas; por su nivel es explicativa y por su diseño es experimental. El trabajo experimental lo realizó con la especie denominada jurel, cuya carne fue sometida a diferentes temperaturas y tiempos para determinar la variación de la proteína en cada uno de los casos. El autor concluye que a mayor temperatura hay una mayor variación de las proteínas, las mismas que se degradan convirtiéndose en otras sustancias algunas de ellas, de baja calidad alimentaria e incluso de efecto negativo para la salud de los consumidores.

S. Andrade [2] su investigación sobre los efectos de la temperatura sobre los componentes de la carne de pescado es un estudio experimental en el cual se hacen diversos ensayos sometiendo las muestras de pescado a temperaturas entre 70°C hasta 120°C, durante tiempos que van desde 5 minutos hasta los 30 minutos, después de cada tratamiento térmico se llevaron a cabo diversos análisis para el reconocimiento de aminoácidos y su concentración. En los ensayos realizados el autor ha demostrado que el calor que actúa sobre la carne del pescado afecta las proteínas provocando la formación de nuevos enlaces cruzados S-S al momento en que se produce la desnaturalización de la proteína, del mismo modo ha determinado que ello conlleva a una reducción del 2 al 7% en la digestibilidad de la proteína. Así mismo determinó que la proteína del pescado que se procesa a 90°C en un tiempo no menor de 20 minutos ve afectada su digestibilidad de todos los aminoácidos que la componen, entre ellos la cistina que sufre una reducción entre 16 y 26 por ciento, lo mismo sucede con el ácido aspártico que sufre una reducción entre el 7% y el 11%.

#### **A nivel nacional.**

N. Navarro [3] presentó su tesis de grado sobre la desnaturalización de las proteínas debido al calor inducido durante el procesamiento de las conservas de pescado, el objetivo de la tesis fue determinar cuantitativamente el deterioro de las proteínas del pescado que se procesa a altas temperaturas, temperaturas superiores a los 70°C. La tesis es de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental. Las pruebas experimentales realizadas en la tesis tenían como fin el aislamiento de la proteína del pescado, para luego

evaluar su valor nutricional considerando en primer lugar las proteínas, analizando diversos factores que se consideran tienen un efecto directo sobre las proteínas como son el pH, la temperatura, el tiempo de residencia, reactivos químicos y finalmente se estudia por métodos instrumentales la composición y concentración de cada uno de los aminoácidos que conforman la proteína estudiada. El autor concluye que las elevadas temperaturas afectan significativamente las proteínas del pescado.

J. Zuta [4] en su estudio sobre la influencia del precocido en la calidad de la sardina plantea la posibilidad de conservar el valor nutritivo del pescado envasando este con un líquido de gobierno conformado por los mismos componentes del pescado a fin de que no se deterioren las proteínas que este durante el procesamiento y la conservación del envasado. El estudio es de tipo aplicado, de nivel explicativo y de diseño experimental. Para demostrar la hipótesis planteada el autor realizó ensayos de laboratorio empleando la sardina como especie elegida. Las pruebas de enlatado experimental bajo condiciones estándar modificando parámetros de temperatura y presión, después de lo cual se hizo el respectivo análisis organoléptico a fin de establecer la aceptación del consumidor y los análisis fisicoquímicos y porcentuales para establecer la concentración de proteínas y grasas en el filete de sardina. El tesista concluye que al realizar el proceso, se obtuvieron los datos necesarios para poder realizar el cálculo de los indicadores de las variables y así poder realizar la técnica estadística que indiquen el grado de relación entre ambas. Una de las conclusiones más importantes del estudio, la T° de precocción de la sardina fresca entera adulta, la cual se ajusta mejor a la conserva y a los estándares del mercado.

#### **A nivel local.**

En las Universidades locales no existe información virtual sobre tesis que aborden este tema.

## **2.2. Marco teórico.**

### **2.2.1. Generalidades**

El material biológico con el cual se trabajó en la presente investigación es la especie hidrobiológica denominada caballa, un pez muy abundante en nuestro litoral y que se emplea en la elaboración de conserva de pescado en nuestro país en diferentes plantas conserveras. Por ejemplo, el sólido de caballa que produce la marca registrada Campomar, cuya lata se muestra en la figura 1, contiene la carne de caballa y un líquido de gobierno compuesto por aceite vegetal, agua y cloruro de sodio en cantidades exactas para darle un sabor agradable al producto. En el estudio se evaluará el efecto de la temperatura de cocción y la variación de proteínas y grasas en la caballa procesada [5].



**Figura 1**  
*Conserva de Caballa, Marca Campomar*

### 2.2.2. Caballa. Estudio Biológico.

Caballa (*Scomber japonicus peruanus*), es una especie hidrobiológica que pertenece a la familia de los escómbridos, morfológicamente se describe como un pez de cuerpo alargado y redondo lo que indica su robustez, tiene hocico puntiagudo y pedúnculo caudal delgado. Sus ojos son grandes y presentan borde anterior y posterior cubiertos por una membrana o párpado adiposo, desarrollado y visible a simple vista, su cavidad ocular está rodeada de un anillo óseo cerrado. Su cuerpo presenta dos aletas dorsales muy separadas. Dos pequeñas quillas a cada lado del pedúnculo, su cola es profundamente horquillada con cinco pínulas dorsales y anales que no se presentan en ninguna otra especie. El dorso de esta especie es de color azul verdoso con líneas transversales sombreadas (como las de los tigres), de un tono azul-negro en la parte superior de la cabeza, costados metalizados y vientre blanco, sin manchas. Boca ancha, de mandíbulas no extensibles, con hileras de dientecillos cónicos. Cuerpo cubierto totalmente de escamas muy pequeñas. Aletas grises y pectorales con base oscura (figura 2) [6].



**Figura 2**  
*Caballa (*Scomber japonicus peruanus*)*

La caballa es una especie gregaria, con capacidad para nadar con rapidez gracias a la forma hidrodinámica de su cuerpo. Es un pez que cambia de lugar y se confunde a veces en bancos de arenques y sardinias. Se desarrolla con mayor abundancia en aguas frías a una profundidad de 250 metros, pero se desplaza hacia la superficie de las aguas marinas para cazar y alimentarse. En invierno permanecen en zonas profundas junto al fondo del mar para migrar a través de los océanos en las estaciones de verano y primavera, en donde se forman grandes bancos de forma uniforme en dirección a capas más superficiales que es donde se realiza la pesca. La caballa es un pez muy voraz, se alimenta de abundante cantidad de peces de menor tamaño como las sardinillas, boquerones y espadines. A los tres años de vida se convierte en un pez adulto con una envergadura de 30 cm. Esta especie puede vivir hasta 9 años alcanzando un tamaño de 50 cm [7].

### **Porción comestible**

La porción comestible de caballa fresca se calcula en 60 gramos por cada 100 gramos de producto. El filete exhibe un patrón característico de líneas oscuras sobre un fondo plateado, con una carne de color rosado con un tono ligeramente translúcido y vetas rojizas en la zona central. Ambos filetes parecen recién cortados y listos para su preparación culinaria (figura 3) [8].



**Figura 3**  
*Filete de caballa.*

## Valoración nutricional

Debido a que la caballa contiene aproximadamente 10% de grasa se le considera un pescado de alto contenido de grasa el cual contiene un elevado porcentaje de omega 3 y omega 6, los cuales permiten disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos plasmáticos y además aumentan la fluidez de la sangre, necesaria para evitar la formación de coágulos en el torrente sanguíneo [9].

## Composición nutricional

**Tabla 1**  
*Composición Nutricional de la Caballa*

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (200 g)
<b>Energía (Kcal)</b>	150	180
<b>Proteínas (g)</b>	15	18,0
<b>Lípidos totales (g)</b>	10	12,0
AG saturados (g)	2,86	3,43
AG monoinsaturados (g)	3,07	3,68
AG poliinsaturados (g)	2,35	2,82
$\omega$ -3 (g)	2,056	2,467
C18:2 Linoleico ( $\omega$ -6) (g)	0,127	0,152
Colesterol (mg/1000 kcal)	80	96,0
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	0	0
<b>Fibra (g)</b>	0	0
<b>Agua (g)</b>	75	90,0
<b>Calcio (mg)</b>	17	20,4
<b>Hierro (mg)</b>	1	1,2
<b>Yodo (<math>\mu</math>g)</b>	10	12,0
<b>Magnesio (mg)</b>	31	37,2
<b>Zinc (mg)</b>	0,5	0,6
<b>Sodio (mg)</b>	130	156
<b>Potasio (mg)</b>	360	432
<b>Fósforo (mg)</b>	239	287
<b>Selenio (<math>\mu</math>g)</b>	30	36,0
<b>Tiamina (mg)</b>	0,09	0,11
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,35	0,42
<b>Equivalentes niacina (mg)</b>	9	10,8
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	0,7	0,84
<b>Folatos (<math>\mu</math>g)</b>	1,2	1,4
<b>Vitamina B<sub>12</sub> (<math>\mu</math>g)</b>	10	12,0
<b>Vitamina C (mg)</b>	Tr	Tr
<b>Vitamina A: Eq. Retinol (<math>\mu</math>g)</b>	36	43,2
<b>Vitamina D (<math>\mu</math>g)</b>	16	19,20
<b>Vitamina E (mg)</b>	1,31	1,6

La caballa es una especie que posee en su carne cantidades significativas de minerales como selenio y fósforo que alcanzan casi el 50% de la ingesta diaria recomendada, además contiene potasio, hierro y magnesio en menor cantidad. De las vitaminas posee

la B12, B6, D, vitamina A y ácido fólico y vitamina E. Su carne contiene hasta un 20% de proteínas además de otras sustancias necesarias para el organismo humano, tales como: sodio, hierro, yodo, calcio, manganeso, fósforo, azufre, flúor, cobalto, cobre, cromo y zinc, níquel [10].

En cuanto a las grasas, la caballa ácidos grasos insaturados, entre los que se encuentran especialmente muchos Omega-3 y Omega-6. Estos ácidos son extremadamente importantes para el funcionamiento del corazón, la elasticidad de los vasos sanguíneos, el mantenimiento del metabolismo y el funcionamiento del sistema inmunitario [10].

### **2.2.3. Proteínas del pescado.**

En el estudio de las proteínas del músculo del pez se ha creído conveniente dividir este componente esencial de la carne del pescado en tres grupos, los cuales son:

1. Proteínas estructurales conformadas por la: actina, miosina, tropomiosina y actomiosina),  
Proteínas que constituyen entre el 70% y 80% del total de sustancias proteicas que posee el pescado. Todas ellas tienen como característica principal ser disueltas en solventes salinos que poseen una elevada fuerza iónica.
2. Proteínas sarcoplasmáticas conformadas por: mioalbúmina, globulina y enzimas.  
Proteínas que tienen la capacidad de disolverse en soluciones salinas neutras que poseen una mínima fuerza iónica. Este tipo de proteína conforma entre el 25% y el 30% del total de proteínas que posee el pescado.
3. Proteínas del tejido conectivo conformadas por el colágeno.  
Estas proteínas constituyen más o menos el 3% de las proteínas que contiene el pescado.

La estructura de las proteínas de los peces se ve afectada por cambios en el ambiente en el ambiente físico por ejemplo se hacen más solubles las proteínas miofibrilares como resultado de haber sido expuestas a temperaturas inferiores a  $-18^{\circ}\text{C}$  o después de haber sido sometidas a la eliminación del agua. Estas proteínas cuando se ponen en contacto con soluciones de sales disueltas muy concentradas o cuando se exponen al calor se produce en ellas la desnaturalización, lo que produce una serie de modificaciones en la estructura inicial, las mismas que no son reversibles.

En el caso de las proteínas del pescado cuando estas son sometidas a un proceso de desnaturalización progresiva y controlada, los productos resultantes de ese proceso se pueden emplear para fines tecnológicos. Se pueden por ejemplo usar para producir proteínas coaguladas que se emplean para producir concentrados proteicos, proteínas miofibrilares que se emplean para formar geles. Las proteínas musculares forman un gel

de alta resistencia al agregarse sal y estabilizadores y luego se les somete a calentamiento y enfriamiento progresivo de manera controlada (Figura 4).



**Figura 4**  
*Proteína hidrolizada del pescado.*

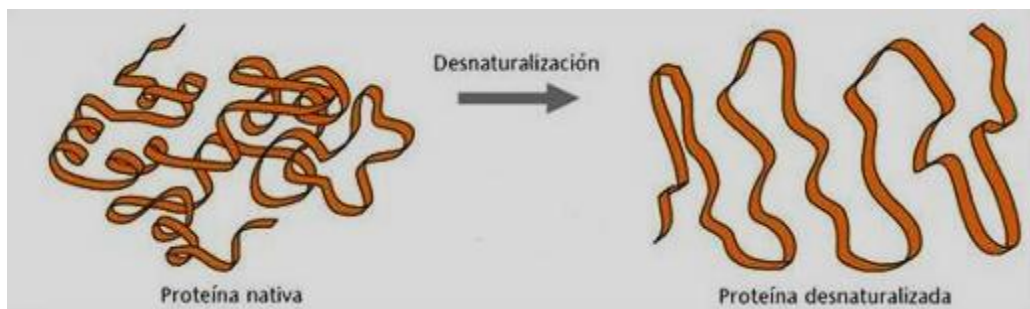
Un gran porcentaje de las proteínas sarcoplasmáticas son enzimas cuya función es participar en el metabolismo celular, así, ellas participan de la transformación de energía anaeróbica del glucógeno a ATP. Cuando los organelos que se encuentran en las células musculares se rompen se incluyen en la fracción proteica, generando cambios en la composición de la fracción de proteínas sarcoplasmáticas.

En el caso de las proteínas de la fracción sarcoplasmáticas, estas se encuentran bien adaptadas las cuales permiten que se pueda distinguir entre las diferentes especies de peces, ya que cada especie tiene su patrón de banda cuando estas se separan. En las proteínas de colágeno, sus propiedades físicas y químicas difieren de acuerdo al tipo de tejido de su piel, al igual que su vejiga natatoria. En términos generales, las fibras de colágeno formaran una estructura de redes delicada, de acuerdo a los diferentes tipos de tejido conectivo, en donde se seguirá un patrón similar al que se encuentra en los mamíferos.

#### **2.2.4. Efecto del calor sobre las proteínas.**

El pescado para ser consumido generalmente se somete a un tratamiento térmico denominado cocción que requiere de cierto nivel de temperatura, con el fin de proporcionarle ciertas propiedades organolépticas deseadas por los consumidores, a la vez que lo convierte en un alimento seguro, ya que el tratamiento térmico también ayuda a la eliminación de la carga microbiana patógena que puede haber iniciado su actividad reproductiva en la carne de pescado fresca. La carne de pescado puede ser sometida a la

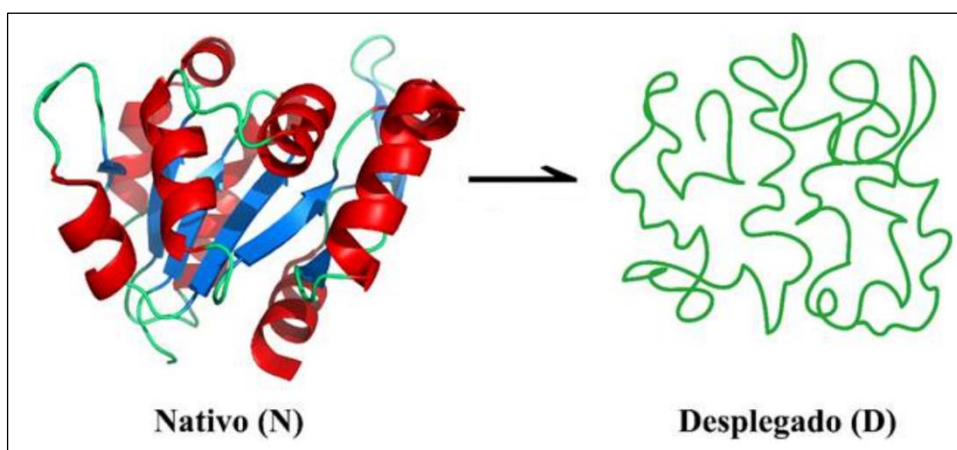
acción del calor en un rango que oscila entre 30°C y los 200°C en diversas operaciones entre las cuales citaremos: el ahumado que se puede realizar en frío, a bajas temperaturas y en caliente, el secado, la cocción, la cocción al vapor, la esterilización enlatada, la fritura y el horneado, etc., entre otras muchas formas de cocerlo. Durante estos tratamientos térmicos se producen cambios en la estructura de la proteína los cuales poseen un efecto significativo en las propiedades tecnológicas y mecánicas del pescado. Cuando la proteína del pescado es sometida a temperatura la red de fibras de colágeno y proteínas se contrae, generándose lo que se denomina la desnaturalización y la agregación, lo que se manifiesta en la menor capacidad de retención de agua o la pérdida total de esta capacidad lo que conlleva a un cambio en la estructura del pescado resultando una textura más dura. Además, se produce la destrucción de la membrana celular y la agregación de proteínas sarcoplásmicas. Conforme aumenta la temperatura la miosina de pescado se vuelve más inestable y propensa a la desnaturalización, coagulación, degradación y cambios químicos. La miosina es una de las proteínas responsables de la absorción de agua, la emulsificación y la gelificación. En cuanto a las proteínas sarcoplásmicas, las cuales se disuelven en agua y en soluciones que contienen sales, están compuestas por cientos de enzimas, mioglobina, hemoglobina y otras albúminas, lo que le proporciona un efecto negativo frente al tratamiento térmico ya que pierde resistencia, se produce la deformación de los geles proteicos miofibrilares y se pierde la capacidad de retención de agua. Los cambios en la estructura de las proteínas que ocurren cuando se calientan se conocen con el nombre de desnaturalización y la temperatura de desnaturalización es diferente para cada tipo de proteínas (figura 5).



**Figura 5**  
*Desnaturalización de las Proteínas*

El conocimiento de las modificaciones que sufren las proteínas debido al tratamiento térmico, en muchos casos se aplica para optimizar algunos de los procesos empleados en el tratamiento del pescado para elaborar productos finales, mejorando su calidad. En el caso que la  $T^\circ$  sea elevada, este aumentara la energía cinética de las moléculas con las que se desorganiza la evoltura de las proteínas. De la misma forma, el aumento de la  $T^\circ$

elimina las interacciones débiles que se puedan presentar y desorganizar la estructura que tiene la proteína (figura 6).



**Figura 6**  
*Estado nativo de la estructura terciaria de la proteína*

### **Modificación de las proteínas y la calidad de los alimentos.**

La modificación estructural de las proteínas en ciertos casos puede afectar la calidad de los alimentos ya que la carne de pescado pierde la capacidad de retener agua y grasas. El concepto de calidad de consumo implica textura/ternura, jugosidad, sabor y aroma, siendo algunas de ellas afectadas por la retención de agua y grasas. Las proteínas globulares y fibrosas al sufrir cambios estructurales debidos al calentamiento, las primeras se expanden y las segundas se contraen. La mayoría de las proteínas sarcoplásmicas se coagulan a temperaturas entre 40 y 60 °C, pero para algunas de ellas la coagulación puede suceder recién a los 90°C. En el caso de las proteínas miofibrilares en solución, el desdoblamiento comienza a 30-32 °C, seguido de la asociación proteína-proteína a 36-40 °C y la posterior gelificación a 45-50 °C (concentración > 0,5 % en peso). A temperaturas entre 53 y 63 °C se produce la desnaturalización del colágeno, seguida de la contracción de las fibras de colágeno. Si las fibras de colágeno no están estabilizadas por enlaces intermoleculares resistentes al calor, se disuelven y forman gelatina al calentarse más.

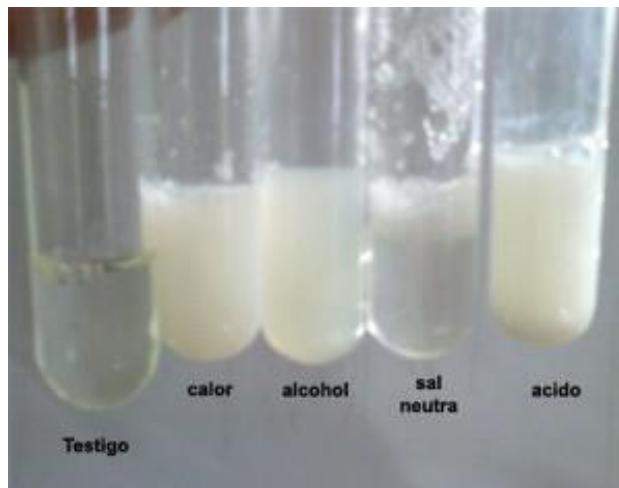
Las proteínas son afectadas por el aumento de la temperatura de diferente forma y a diferentes grados, esto se puede resumir de la siguiente manera:

A 40°C, las proteínas comienzan a tener cambios estructurales, se inicia el proceso de desnaturalización o desplegamiento, algunas de ellas se coagulan, se vuelven opacas y no permiten el paso de la luz. A 50°C las fibras que conforman las proteínas se contraen y eliminan agua del sistema. A partir de los 56°C el colágeno se va convirtiendo en gelatina y conforme la temperatura se eleva y llega a 65°C o 70°C la parte globular se coagula y el grupo hematina varía su color adoptando tonalidades grisáceas. Cuando la temperatura

llega a los 70°C el colágeno se transforma completamente en gelatina soluble. A los 80°C a temperatura ocasiona la ruptura de las paredes celulares permitiendo la salida de materia grasa.

**Tabla 2**  
*Variación del contenido de grasas en la caballa*

Temp.	Color	Proteínas musculares	Agua-Prot.	Colágeno
40°C	Rojo	Desnaturalización		
50°C		Comienza a enrollarse y encoger	Comienza a soltarse y fluir	
60°C	Rosa	Comienza la coagulación		Comienza a desnaturalizarse
70°C	Gris	Casi todo coagulado	Cesa el flujo de salida	
80°C	Marrón claro	Densamente asociada carne dura		
90°C				Rápidamente se vuelve gelatina
100°C				



**Figura 7**  
*Desnaturalización de las proteínas del huevo por varios agentes.*

**Datos importantes:**

Estudios experimentales sobre los efectos de las temperaturas altas sobre las proteínas del pescado, reportan que a los 95°C durante 20 minutos las proteínas pierden su digestibilidad de todos los aminoácidos, sobre todo la cistina que se ve reducida entre los 16% y los 26% y del ácido aspártico que se ve reducido del 7 al 11%. Por otro lado, el calentamiento también genera en los aminoácidos la racemización, generalmente sucede en el ácido aspártico, el cual se detecta en las harinas de pescados a temperaturas de 95 a 127° C, pero no a temperaturas de 70°[11].

### **2.2.5. Procesamiento industrial de la conserva de caballa.**

La caballa llega a la planta conservera, donde se recibe haciendo ciertos análisis para determinar el peso promedio del pescado, la temperatura a la que es recibido y sus características organolépticas. Luego de la recepción se destina a la cámara de congelación (-15°C) o de refrigeración que tiene una temperatura entre 0°C y +5°C. Después la caballa es colocada en parrillas de acero inoxidable y se lava con una manguera con agua a presión para eliminar restos de sangre y partículas adheridas. Luego manualmente se elimina del pescado las cabezas y las tripas [12]

Una vez que se encuentra limpia la caballa, se llenan de agua y de salmuera los cocedores hasta que se obtenga la graduación requerida, luego que esto empiece a hervir se sumerge las parillas con el pescado con una temperatura superior a 65°C. Posteriormente, se dejarán enfriar y se lavarán de nuevo. El enfriamiento normalmente se realiza a temperatura ambiente. Las operaciones de limpieza y fileteado se efectúan manualmente por nuestras operarias conforme van recibiendo el pescado cocido y frío. La limpieza del pescado se basa en eliminar espinas, piel y otras porciones no deseables en el producto. Esta operación se realiza de forma manual por parte de las operarias destinadas en estas líneas. Cuando ya los filetes estén en proceso, se va a trocear o desmenuzar de acuerdo con el tipo de producto final que se quiera obtener. Una vez que ya el pescado esta listo se va a envasar en las latas. En el caso de conservas en lata el empaque puede ser manual o automático dependiendo del formato. Antes de cerrar la lata, esta se llena con liquido de aceite de oliva o de aceite girasol hasta la cobertura deseada. Para cerrar los envases, se puede realizar con ayuda de cerradoras de forma manual sin inyectar vapor o también con cerradoras automáticas en donde si se inyecta vapor [13].

### **2.2.6. Cocción de la caballa.**

El proceso de cocción es una de las principales etapas en la elaboración de conserva de pescado que en este caso es la caballa, ya que en este se establece la textura, el sabor y la calidad nutricional de la caballa. Industrialmente existen dos métodos (tecnologías) de cocción: cocedores a vapor bajo vacío y cocedores en agua/salmuera [14]

Los cocedores al vapor (figura 8) se emplean cuando se procesan grandes cantidades de materia prima, la cual debe ser previamente cortada y colocada en las latas. Este método de cocción se destaca por su eficiencia energética y su capacidad para controlar la temperatura con precisión. Este tipo de cocedores permiten una cocción uniforme, evitan que el pescado se cocine demasiado, conservando las características del producto. Durante la cocción se elimina el agua y la grasa [15]



**Figura 8**  
*Cocedor al vapor al vacío.*

### **2.3. Marco conceptual.**

#### **Filete de pescado:**

Cinta de carne de pescado de tamaño y forma no definida separada del cuerpo del pescado mediante cortes paralelos a la columna vertebral.

#### **Lata:**

Envase de metal de forma cilíndrica, cerrado herméticamente y tratado térmicamente. En el se coloca la carne de pescado y se procesa para una conservación segura.

#### **Líquido de gobierno:**

Llamado también líquido de cobertura es el fluido que se añade al envase para mantener hidratado al producto.

#### **Desnaturalización:**

Es un proceso estructural de la proteína en el cual se produce una descomposición de la proteína. Repercute negativamente en el aspecto, la contextura y el sabor del producto.

#### **Peces o pescado:**

Vertebrados acuáticos de sangre fría cuyo habitat es el agua ya sea de mar, rio o lago o cualquier otro cuerpo de agua que permita su supervivencia.

#### **Tiempo de calentamiento:**

Tiempo necesario para que una autoclave cargada se caliente a la temperatura especificada de elaboración.

#### **Tratamiento térmico:**

Tratamiento a que se someten los envases de pescado, herméticamente cerrados, aplicándoles calor suficiente para destruir o inactivar todos los microorganismos que se desarrollarán a cualquier temperatura.

### **2.4. Estrategia experimental.**

Esta investigación es de tipo aplicada, su objetivo es establecer parámetros en los cocinadores a fin de evitar un deterioro significativo en las grasas y proteínas del pescado. Por su diseño es una investigación experimental donde se manipula la variable independiente: temperatura en los cocinadores. La población del estudio estará conformada por la carne de pescado de la especie caballa; mientras que la muestra estará conformada por 20 kg de carne de caballa, de la cual se tomarán muestras para someterlas a temperatura similares a las que se desarrollan en los cocinadores para luego hacerle los análisis respectivos de proteínas y grasas.

Las técnicas empleadas son las analíticas y los instrumentos los ensayos de laboratorio. Los datos obtenidos serán tratados estadísticamente, seleccionados, clasificados, interpretados y discutidos de acuerdo con los datos hallados.

## 2.5. Procedimiento experimental.

### 2.5.1. Recolección de la muestra.

La muestra empleada en el desarrollo de la parte experimental de la tesis fue la carne de la especie hidrobiológica denominada caballa. Para el estudio se requirió de 10 ejemplares de esta especie, cada una de las cuales pesó aproximadamente 3,5 kilogramos y fueron adquiridos en el pesquero de Subtanjalla-Ica, directamente de los camiones frigoríficos que distribuyen varias especies debidamente congeladas, para evitar el deterioro de la carne. Cada uno de los peces fue minuciosamente revisado para evitar la adquisición de alguno que estuviera deteriorado. Fueron colocados en conservadores de plástico (Cooler) agregando hielo junto con el pescado para mantener una temperatura por debajo de los  $-0^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 9**  
*Cooler para conservar la caballa.*

### 2.5.2. Diseño Experimental

Como diseño experimental se utilizó el diseño en bloques completamente al azar (DBCA) considerando a la temperatura como factor de interés y al tiempo como factor de bloqueo. Los niveles factor de interés han sido cinco: 70, 80, 90, 100 y 110  $^{\circ}\text{C}$ , mientras que para el factor de bloqueo han sido 3: 30, 40, y 50 minutos. De acuerdo con [1] el modelo estadístico para este diseño esta dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i = 5, \quad j = 3$$

Donde,  $Y_{ij}$  es el valor de la variable dependiente correspondiente al tratamiento con la temperatura  $i$  y al tiempo  $j$ ,  $\mu$  es la media poblacional,  $\tau_i$  y  $\gamma_j$  son los efectos del factor de interés y del factor de bloqueo, respectivamente, y  $\varepsilon_{ij}$  es el error aleatorio. Se supone que los errores poseen una distribución normal, igualdad de varianzas, y son independientes entre sí.

Finalmente, el arreglo del diseño estuvo dado por:

Temperatura (°C)	Tiempo (min)		
	30	40	50
70	$Y_{11}$	$Y_{12}$	$Y_{13}$
80	$Y_{21}$	$Y_{22}$	$Y_{23}$
90	$Y_{31}$	$Y_{32}$	$Y_{33}$
100	$Y_{41}$	$Y_{42}$	$Y_{43}$
110	$Y_{51}$	$Y_{52}$	$Y_{53}$

Donde  $Y$  = porcentaje (%) de pérdida de proteínas o porcentaje (%) de pérdida de grasas.

### 2.5.3. Preparación de la muestra para el análisis

Los peces uno a uno fueron limpiados, eliminando de ellos la cabeza, las tripas y las escamas, todas estas operaciones se hicieron manualmente con ayuda de cuchillos de acero inoxidable, una vez limpios se procedió a filetearlos para luego lavarlos con cuidado para eliminar la sangre, escamas y trozos pequeños de carne que pueden quedar al filetear el pescado y finalmente dejarlos escurrir para después proceder a los análisis respectivos.

### 2.5.4. Análisis Proximal de la Carne

#### Determinación de la humedad

#### MATERIALES, EQUIPO Y REACTIVOS

- Balanza analítica semi macroquímica
- Horno de secado
- Vidrios de reloj
- Cuchillo de acero inoxidable,
- Pinzas para vidrio de reloj
- Muestras de carne de caballa



**Figura 10**  
*Horno de Secado*

### **PROCEDIMIENTO**

1. Colocar los vidrios de reloj en el horno de secado a 105°C y mantenerlos allí por 2 horas, luego sacarlos y dejarlos enfriar en el desecador.
2. En una tabla de picar limpia filetear unos 10 g de carne de caballa y luego picarla en trozos pequeños.
3. Colocar esos trozos en los vidrios de reloj tarados, pesarlo y anotar el peso con exactitud.
4. Previamente marcar los vidrios de reloj para evitar confusión en los pesos.
5. Con la pinza colocar los vidrios de reloj con las muestras en la estufa que está a 130°C por tres horas.
6. Una vez transcurrido el tiempo, sacar los vidrios de reloj y ponerlos en el desecador para que enfríe. Mantenerlos allí por 30 minutos.
7. Pesar los vidrios de reloj con las muestras secas. Repetir el procedimiento hasta lograr peso constante.
8. Realizar los cálculos con la fórmula:

$$\% \text{Humedad} = [(P2 - P1) / Pm] \times 100$$

Donde:

P2 – Peso de la cápsula con la muestra seca, g

P1 – Peso de la cápsula, g

Pm – Peso de la muestra

**Determinación de cenizas**

**MATERIAL Y APARATOS.**

- Cápsulas de porcelana.
- Pipeta de 1 y 2mL.
- Horno de mufla.
- Balanza analítica.
- Pinzas adecuadas para el manejo de las cápsulas.



**Figura 11**  
*Mufla Eléctrica*

#### REACTIVOS.

- Agua destilada
- Magnesio Acetato 4-hidrato PA

#### PROCEDIMIENTO.

- Poner la cápsula bien limpia en la mufla regulada a 550°C, durante 20 minutos. Sacarla e ponerla en el desecador, por 30 minutos.
- Pesarla en balanza analítica.
- Poner en la cápsula 5 g de muestra.
- Añadir 1mL de la solución de acetato de magnesio PA.
- Colocar la cápsula en la mufla antes de que alcance los 550°C para evitar proyecciones y pérdida de masa.
- Retirar la cápsula de la mufla después de una hora.
- Cuando la temperatura de la cápsula sea de aproximadamente 90°C se coloca en el desecador para que enfríe totalmente durante 30 minutos.
- Pesar con precisión de 0,1 mg.
- Efectuar dos determinaciones sobre la misma muestra.

### **CÁLCULOS.**

$$\text{Porcentajes cenizas} = (M2 - M0 - M3) \times 100 / (M1 - M0)$$

Donde:

M0 = masa, en gramos, de la cápsula.

M1 = masa, en gramos, de la cápsula conteniendo la muestra.

M2 = masa, en gramos, de la cápsula y el residuo después de incineración.

M3 = masa, en gramos, del magnesio óxido proveniente de la disolución de magnesio acetato añadido.

### **Determinación de grasas.**

#### **MATERIAL Y APARATOS.**

- Erlenmeyer de 500mL
- Vidrios de reloj.
- Papel filtro Whatman.
- Embudos.
- Equipo de extracción Soxhlet.
- Horno de secado.
- Balanza analítica.
- Desecador.



**Figura 12**  
*Extractor Soxhlet*

#### **REACTIVOS.**

- Ácido Clorhídrico (5N)
- Agua desionizada

- Éter de Petróleo 40-60°C PA-ISO 211335
- Gel de Sílice
- Ácido Clorhídrico 3N.

#### PROCEDIMIENTO.

- Pesar 10 g de muestra seca y desengrasada y preparar un cartucho con papel filtro.
- Colocar el cartucho con la muestra en la cámara extractora del equipo.
- Pesar el matraz del equipo y anotar el peso.
- Armar el equipo y verter éter de petróleo en la cámara de extracción hasta que el sifón comience a succionar el solvente hacia el matraz, luego echar otra cantidad de solvente a la cámara evitando que sea succionado.
- Conectar el agua de refrigeración e iniciar el calentamiento y la extracción hasta que el solvente en la cámara de extracción sea transparente.
- Dejar enfriar el equipo y destilar el solvente para separar el aceite, luego pesar el matraz con el aceite y por diferencia de pesos calcular la cantidad de aceite en la muestra.

#### CÁLCULOS.

- Expresar el resultado, en porcentaje de peso:

$$\text{Porcentaje grasa} = [(P' - P) / P''] \times 100$$

Donde:

P - peso, en g, del matraz.

P' = peso, en g, del matraz con la grasa.

P'' = peso, en g, de la muestra´

#### **Proteínas totales. Método Kjeldahl**

##### MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

- Equipo digestor Kjeldahl
- Balanza analítica
- Bureta
- Agua destilada
- Ácido bórico al 3%
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido clorhídrico al 0,1 N
- Hidróxido de sodio al 40%
- Indicador rojo de metilo
- Matraces Erlenmeyer de 250mL
- Matraz Kjeldahl

- Matraz volumétrico aforado de 1000mL
- Pipeta de 10mL
- Frascos de cristal oscuro con tapón de rosca



**Figura 13**  
*Equipo Kjeldahl para proteínas.*

#### PROCEDIMIENTO

1. Se tritura 0,3 g de muestra seca y desengrasada con un gramo de catalizador Sulfato de cobre-sulfato de potasio para mezclar y homogenizar y se transfiere al matraz Kjeldahl.
2. Agregar entre 5mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.
4. Colocar los tubos en el digestor Kjendahl y hacer lo siguiente:
  - a) En función del contenido de agua de la muestra, empezar la digestión a 150 °C por 30 minutos.
  - b) Después de ese tiempo, elevar la temperatura del digestor a 270 °C. y 300 °C entre 15 o 30 minutos para reducir la producción de humos blancos.
  - c) Posteriormente continuar la digestión a 400 °C entre 60 y 90 minutos.
  - d) Sacar los tubos del digestor y dejar enfriar a temperatura ambiente.
  - e) Añadir con precaución 25mL de agua destilada en cada tubo y hacer una agitación suave para que no se solidifique la muestra. Si es necesario calentar ligeramente el tubo.

- f) Dejar enfriar de nuevo el tubo hasta temperatura ambiente. Para evitar pérdidas de nitrógeno y reacciones violentas no introducir el tubo todavía caliente al destilador.
- g) Situar un matraz Erlenmeyer de 250mL a la salida del refrigerante del equipo destilador Kjeldahl con 50mL de ácido bórico al 3 % y tres gotas del indicador rojo de metilo.
- h) Colocar en el dosificador un matraz que contenga el NaOH al 40% e introducir el tubo Kjeldahl en el equipo.
- i) Destilar hasta recoger de 150 a 250mL de la muestra destilada. Recuerde que 50mL corresponden al ácido bórico.
- j) Realizar los cálculos de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%N = [V \times N - V' \times N' \times 100] / m$$

Donde:

%N= Contenido de nitrógeno de la muestra, expresado en %.

V= Volumen, en mL de ácido titulado.

N= Normalidad de ácido titulado

V'= Volumen de base titulada empleado en la valoración

N'=Normalidad de la base empleada en la valoración

m= masa pesada de muestra, miligramos.

### 2.5.5. Pruebas de Cocción.

En charolas perforadas con doble fondo, uno de los cuales sirve como receptor del agua y de la grasa que se escurre de los trozos de caballa que fueron colocados en tarros de lata de conserva.

Se realizaron las corridas experimentales de acuerdo al diseño experimental planteado en la sección 3.5.2 de forma aleatorizada. Los valores de Y se obtuvieron con la siguiente fórmula:

$$Y = \frac{C_{inicial} - C_{final}}{C_{inicial}} \times 1050$$

Donde, Y =% de pérdida de proteínas o grasa,  $C_{inicial}$  es la concentración inicial de proteínas o grasa de la muestra antes de ser sometida a la corrida experimental, y  $C_{final}$  es la concentración final de proteínas o grasa luego de realizar la corrida experimental. Asimismo, concentración de proteínas y grasas se determinaron siguiendo los procedimientos experimentales descritos en la sección 2.5.3 por triplicado.

### **2.5.6. Análisis Estadístico**

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para analizar los datos obtenidos de la composición proximal y la concentración de proteínas y grasa de caballa para las corridas experimentales del diseño, tomando en cuenta a la media como estadístico de tendencia central, y a la desviación estándar (SD) y coeficiente de variación como medidas de dispersión, mediante el uso de la hoja de cálculo Excel. Por otro lado, los resultados del diseño experimental se analizaron utilizando el paquete estadístico Minitab 19 mediante un ajuste de modelo lineal general para un nivel de confianza del 95%. Se asumió normalidad de datos, igualdad de varianzas, e independencia, por lo que se realizó como pruebas de comparación múltiple a la prueba de Tukey para un nivel de confianza del 95%. Finalmente, con los modelos obtenidos se realizó una optimización de respuesta con el fin de encontrar los valores de los factores mediante los cuales se obtuviese la menor respuesta posible, para un nivel de confianza del 95%:

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados del Análisis de la Caballa

**Tabla 3**

*Composición porcentual de la caballa*

Componente	Concentración
Humedad, %	72
Proteína, %	15,8
Grasas, %	10
Cenizas, %	2,2
Fibras, %	0
Carbohidratos, %	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 1 muestra los resultados del análisis proximal de la caballa fresca empleada para el estudio experimental, según este reporte dicha especie fresca posee un 72% de humedad, 15,8% de proteínas y 10% de grasas, así mismo se ha determinado un 2,2% de cenizas y 0% de fibras y de carbohidratos.

### 3.2. Resultados de los ensayos de tratamiento térmico.

**Tabla 4**  
*Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 30 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	70	30	65
Proteína, %	70	30	15,0
Grasas, %	70	30	8,2
Cenizas, %	70	30	2,3
Fibras, %	70	30	0
Carbohidratos, %	70	30	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 4 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 70 °C, durante 30 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 65% y las grasas disminuyen hasta 8,2%, se observa también que la concentración de las proteínas disminuye a 15,0% mientras que las cenizas aumentan a 2,3%.

**Tabla 5**  
*Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 40 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	70	40	59
Proteína, %	70	40	14,6
Grasas, %	70	40	8,0
Cenizas, %	70	40	2,4
Fibras, %	70	40	0
Carbohidratos, %	70	40	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 5 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 70 °C, durante 40 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 59% y las grasas disminuyen hasta 8,0%, se observa también que la concentración de las proteínas disminuye a 14,6%, mientras que las cenizas aumentan hasta 2,4%.

**Tabla 6**  
*Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	70	50	56
Proteína, %	70	50	14,0
Grasas, %	70	50	7,3
Cenizas, %	70	50	2,4
Fibras, %	70	50	0
Carbohidratos, %	70	50	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 6 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 70 °C, durante 50 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 56% y las grasas disminuyen hasta 7,3%, se observa también que la concentración de las proteínas disminuye hasta 14,0% mientras que las cenizas aumentan hasta 2,4.

**Tabla 7**  
*Tratamiento térmico a 70°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	80	30	63
Proteína, %	80	30	14,2
Grasas, %	80	30	7,9
Cenizas, %	80	30	2,3
Fibras, %	80	30	0
Carbohidratos, %	80	30	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 7 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 80 °C, durante 30 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 63% y las grasas disminuyen hasta 7,9%, mientras que la concentración de las proteínas disminuye (14,2%) al igual que las cenizas (2,3%).

**Tabla 8**  
*Tratamiento térmico a 80°C, tiempo 40 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	80	40	55
Proteína, %	80	40	13,7
Grasas, %	80	40	7,4
Cenizas, %	80	40	2,6
Fibras, %	80	40	0
Carbohidratos, %	80	40	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 8 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 80 °C, durante 40 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 55% y las grasas disminuyen hasta 7,4%, así mismo, la concentración de las proteínas disminuye (13,7%) al igual que las cenizas (2,6%).

**Tabla 9**  
*Tratamiento térmico a 80°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	80	50	52
Proteína, %	80	50	13,0
Grasas, %	80	50	7,0
Cenizas, %	80	50	2,7
Fibras, %	80	50	0
Carbohidratos, %	80	50	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 9 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 80 °C, durante 50 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 50% y las grasas disminuyen hasta 7,0%, se observa que la concentración de las proteínas disminuye (13,0%) al igual que las cenizas (2,7%).

**Tabla 10**  
*Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 30 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	90	30	57
Proteína, %	90	30	13,1
Grasas, %	90	30	7,2
Cenizas, %	90	30	2,5
Fibras, %	90	30	0
Carbohidratos, %	90	30	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 10 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 90 °C, durante 30 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 57% y las grasas disminuyen hasta 7,2%, la concentración de las proteínas también disminuye (13,1%) y la concentración de las cenizas aumenta (2,3%).

**Tabla 11**  
*Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 40 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, Min	Resultados, %
Humedad, %	90	40	48
Proteína, %	90	40	12,4
Grasas, %	90	40	7,0
Cenizas, %	90	40	2,9
Fibras, %	90	40	0
Carbohidratos, %	90	40	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 11 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 90 °C, durante 40 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 48% y las grasas disminuyen hasta 7,0%, la concentración de las proteínas disminuye (12,4%) mientras que las cenizas aumentan (2,6%).

**Tabla 12**  
*Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, Min	Resultados, %
Humedad, %	90	50	43
Proteína, %	90	50	11,7
Grasas, %	90	50	6,4
Cenizas, %	90	50	2,8
Fibras, %	90	50	0
Carbohidratos, %	90	50	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 12 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 90 °C, durante 50 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 43% y las grasas disminuyen hasta 6,4%, se observa que la concentración de las proteínas disminuye (11,7%) mientras que las cenizas aumentan (2,8%).

**Tabla 13**  
*Tratamiento térmico a 90°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	100	30	51
Proteína, %	100	30	11,0
Grasas, %	100	30	6,5
Cenizas, %	100	30	2,5
Fibras, %	100	30	0
Carbohidratos, %	100	30	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 13 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 100 °C, durante 30 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 51% y las grasas disminuyen hasta 6,5%, la concentración de las proteínas también disminuye (11,0%) y la concentración de las cenizas aumenta (2,5%).

**Tabla 14**  
*Tratamiento térmico a 100°C, tiempo 40 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, Min	Resultados, %
Humedad, %	100	40	43
Proteína, %	100	40	10,3
Grasas, %	100	40	5,6
Cenizas, %	100	40	3,0
Fibras, %	100	40	0
Carbohidratos, %	100	40	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 14 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 100 °C, durante 40 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 43% y las grasas disminuyen hasta 5,6%, la concentración de las proteínas disminuye (10,3%) mientras que las cenizas aumentan (3,0%).

**Tabla 15**  
*Tratamiento térmico a 100°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, Min	Resultados, %
Humedad, %	100	50	37
Proteína, %	100	50	9,1
Grasas, %	100	50	5,0
Cenizas, %	100	50	3,1
Fibras, %	100	50	0
Carbohidratos, %	100	50	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 15 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 100 °C, durante 50 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 37% y las grasas disminuyen hasta 5,0%, se observa que la concentración de las proteínas disminuye (9,1%) mientras que las cenizas aumentan (3,1%).

**Tabla 16**  
*Tratamiento térmico a 110°C, tiempo 30 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, min	Resultados, %
Humedad, %	110	30	48
Proteína, %	110	30	14,7
Grasas, %	110	30	6,0
Cenizas, %	110	30	2,8
Fibras, %	110	30	0
Carbohidratos, %	110	30	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 16 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 110 °C, durante 30 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 48% y las grasas disminuyen hasta 6,0%, la concentración de las proteínas también disminuye (14,7%) y la concentración de las cenizas aumenta (2,8%).

**Tabla 17**  
*Tratamiento térmico a 110°C, tiempo 40 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, Min	Resultados, %
Humedad, %	110	40	37
Proteína, %	110	40	12,7
Grasas, %	110	40	5,0
Cenizas, %	110	40	3,1
Fibras, %	110	40	0
Carbohidratos, %	110	40	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 17 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 110 °C, durante 40 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 37% y las grasas disminuyen hasta 5,0%, la concentración de las proteínas disminuye (12,7%) mientras que las cenizas aumentan (3,1%).

**Tabla 18**  
*Tratamiento térmico a 110°C, tiempo 50 minutos*

Componente	Temperatura, °C	Tiempo, Min	Resultados, %
Humedad, %	110	50	32
Proteína, %	110	50	11,4
Grasas, %	110	50	4,7
Cenizas, %	110	50	3,2
Fibras, %	110	50	0
Carbohidratos, %	110	50	0

Fuente: Datos experimentales.

La tabla 18 muestra los resultados de los ensayos realizados para evaluar la variación de los componentes de la carne de caballa durante el tratamiento térmico a 110 °C, durante 50 minutos, como se observa la humedad y las grasas sufren disminución. La humedad desciende hasta 32% y las grasas disminuyen hasta 4,7%, se observa que la concentración de las proteínas disminuye (11,4%) mientras que las cenizas aumentan (3,2%).

**Tabla 19**

*Variación del contenido de proteínas en la caballa en Función a la Temperatura de Procesamiento*

Temperatura, °C	Tiempo de residencia, minutos		
	30	40	50
20	15,8		
70	15,0	14,6	14,0
80	14,2	13,7	13,0
90	13,1	12,4	11,7
100	11,0	10,3	9,1

Fuente: Tablas 6 – 18

$$\% \text{Promedio de proteínas eliminadas} = [1,2 + 2,1 + 3,4 + 5,5] / 4 = 3,5\%$$

La tabla 19 muestra los datos obtenidos del análisis de las proteínas de la caballa a diferentes temperaturas, como se observa conforme se aumenta la temperatura y el tiempo al cual se expone a la especie, la concentración de proteínas disminuye, desde 15,8% en la especie fresca hasta 9,1% a 100°C mantenido durante 50 minutos. Manteniendo expuesto durante 40 minutos que es lo habitual en planta, la concentración de proteínas disminuye a 10,3%.

**Tabla 20**

*Variación del contenido de grasas en la caballa en Función a la Temperatura de Procesamiento*

Temperatura, °C	Tiempo de residencia, minutos		
	30	40	50
20	10		
70	8,2	8,0	7,3
80	7,9	7,4	7,0
90	7,2	7,0	6,4
100	6,5	5,6	5,0

Fuente: Tablas 6 - 18

$$\% \text{Promedio de grasa eliminada} = [2,0+2,6+3,0+4,4]/4 = 3,0\%$$

La tabla 20 muestra los datos obtenidos del análisis de las grasas de la caballa a diferentes temperaturas, como se observa conforme se aumenta la temperatura y el tiempo al cual se expone a la especie, la concentración de grasas disminuye, desde 10% en la especie fresca hasta 5,0% a 100°C mantenido durante 50 minutos. Manteniendo expuesto durante 40 minutos que es lo habitual en planta, la concentración de proteínas disminuye a 5,6%.

### 3.3. Análisis Estadístico de los Resultados

La tabla 21 presenta el análisis detallado de la composición proximal de la caballa, en donde se enumeran los componentes analizados: humedad, proteína, grasas y cenizas. Para cada uno de estos componentes, se realizaron tres repeticiones de medición, lo que ha permitido obtener resultados más confiables y precisos. La concentración promedio de cada componente se expresa en porcentaje, siendo la humedad el componente más abundante con un 72%, seguido de la proteína con un 15.8%, las grasas con un 10% y las cenizas con un 2.2%.

Además de las concentraciones promedio, en la tabla se incluye la desviación estándar (SD) para cada componente, que mide la dispersión de los datos alrededor de la media. La humedad tiene una desviación estándar de 1.30, la proteína de 0.78, las grasas de 0.44 y las cenizas de 0.10, las cuales al ser pequeñas indican una baja dispersión durante la realización de los análisis, lo cual también se puede apreciar a partir de los valores de CV, los cuales han sido menores a 5%: 1.81% para la humedad, 4.94% para la proteína, 4.36% para las grasas y 4.55% para las cenizas. Estos coeficientes indican que, aunque la humedad tiene la mayor desviación estándar, su variabilidad relativa es la más baja, mientras que la proteína, las grasas y las cenizas presentan una variabilidad relativa similar.

**Tabla 21**  
*Composición Proximal de la Caballa*

Componente	n	Concentración Promedio (%)	±	SD	(CV)
Humedad	3	72	±	1.30	1.81%
Proteína	3	15.8	±	0.78	4.94%
Grasas	3	10	±	0.44	4.36%
Cenizas	3	2.2	±	0.10	4.55%

*Nota.* Donde, SD = desviación estándar para las tres repeticiones realizadas por cada componente (n =3) y CV = coeficiente de variación.

**Fuente:** Datos experimentales.

### **3.4. Análisis Estadístico de los Ensayos de Tratamiento Térmico para las Proteínas**

En la tabla 22 se presenta los resultados del diseño experimental para la concentración de proteínas. La tabla se organiza en varias columnas que incluyen el número de corrida, el tiempo de tratamiento en minutos, la temperatura en grados Celsius, el número de repeticiones, la concentración de proteínas en porcentaje, la desviación estándar (DS) y el coeficiente de variación (CV). Cada fila representa una combinación específica de tiempo y temperatura, con tres repeticiones realizadas para cada condición experimental.

Se puede apreciar que la concentración de proteínas varía según las condiciones de tratamiento térmico. Por ejemplo, a 70°C y 30 minutos, la concentración de proteínas es del 15.00%, mientras que, a 100°C y 50 minutos, disminuye a 9.10%, lo que sugiere que el aumento de la temperatura y el tiempo de exposición tienden a reducir la concentración de proteínas. Sin embargo, en algunas condiciones, como a 110°C y 30 minutos, la concentración de proteínas es relativamente alta (14.70%), lo que podría indicar que otros factores también influyen en la estabilidad de las proteínas.

Finalmente, la desviación estándar es consistentemente de 0.17 para la mayoría de las condiciones, lo que indica una dispersión uniforme de los datos alrededor de la media y el coeficiente de variación, que mide la variabilidad relativa, oscila entre 0.7% y 1.9%, mostrando que los datos son relativamente consistentes.

**Tabla 22**  
*Concentración de Proteínas Final Luego del Tratamiento Térmico de Acuerdo al Diseño Experimental*

#	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	n	Concentración de Proteínas (%)	±	DS	(CV)
1	30	70	3	15.00	±	0.20	1.3%
2	30	80	3	14.20	±	0.10	0.7%
3	30	90	3	13.10	±	0.17	1.3%
4	30	100	3	11.00	±	0.17	1.6%
5	30	110	3	14.70	±	0.17	1.2%
6	40	70	3	14.60	±	0.17	1.2%
7	40	80	3	13.70	±	0.17	1.3%
8	40	90	3	12.40	±	0.17	1.4%
9	40	100	3	10.30	±	0.17	1.7%
10	40	110	3	12.70	±	0.17	1.4%
11	50	70	3	14.00	±	0.17	1.2%
12	50	80	3	13.00	±	0.17	1.3%
13	50	90	3	11.70	±	0.17	1.5%
14	50	100	3	9.10	±	0.17	1.9%
15	50	110	3	11.40	±	0.17	1.5%

*Nota.* Donde # = número de la corrida, n = número de repeticiones, DS = desviación estándar y CV = coeficiente de variación.

Fuente. Datos Experimental, Tabla 19.

La Tabla 23 presenta los valores experimentales obtenidos en relación con el porcentaje de pérdidas de proteínas durante el proceso de cocción del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas, obtenido con la fórmula presentada en la sección 2.5.5. Se observa que, en general, el porcentaje de pérdida de proteínas tiende a aumentar a medida que se incrementan tanto el tiempo como la temperatura de cocción.

El análisis de los datos sugiere que las condiciones más extremas de temperatura y tiempo generan las mayores pérdidas de proteínas. Por ejemplo, en la corrida 14, donde se aplicó 50 minutos a 110 °C, se registró la mayor pérdida, con un 42.41%, mientras que la menor pérdida ocurrió en la corrida 1 (30 minutos a 70 °C) con 5.06%. Esta tendencia confirma que la exposición prolongada a altas temperaturas provoca una desnaturalización proteica significativa, lo cual es relevante para la optimización del proceso térmico en la producción de conservas de pescado.

**Tabla 23**  
*Porcentaje de Pérdidas de Proteínas por Cada Corrida Experimental*

#	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Pérdida (%)
<b>1</b>	30	70	5.06%
<b>2</b>	30	80	10.13%
<b>3</b>	30	90	17.09%
<b>4</b>	30	100	30.38%
<b>5</b>	30	110	6.96%
<b>6</b>	40	70	7.59%
<b>7</b>	40	80	13.29%
<b>8</b>	40	90	21.52%
<b>9</b>	40	100	34.81%
<b>10</b>	40	110	19.62%
<b>11</b>	50	70	11.39%
<b>12</b>	50	80	17.72%
<b>13</b>	50	90	25.95%
<b>14</b>	50	100	42.41%
<b>15</b>	50	110	27.85%

Nota. Donde # = número de corrida.

**Fuente:** Datos obtenidos a partir de la tabla 22 aplicando la fórmula de la sección 2.5.5.

La Tabla 24 presenta el análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar la influencia del tiempo y la temperatura en la pérdida de proteínas durante el tratamiento térmico del filete de pescado. Se muestran tres fuentes de variabilidad: tiempo de cocción (min), temperatura (°C) y error, junto con su porcentaje de contribución a la variabilidad total y el valor p asociado. Los resultados indican que la temperatura es el factor más influyente en la pérdida de proteínas (77.43%), seguido del tiempo (18.24%) y finalizando con el error (4.34%), lo que confirma la correcta elección del factor principal y el factor de bloqueo durante el diseño experimental. Asimismo, al ser  $p < 0.005$ , existen diferencias significativas para la pérdida de proteínas tanto para la temperatura como para el tiempo.

**Tabla 24**  
*Análisis de Varianza para la Pérdida de Proteínas*

Fuente	Contribución	Valor p
Tiempo (min)	18.24%	0.001
Temperatura (°C)	77.43%	0.000
Error	4.34%	

Nota. p-valor para un nivel de confianza del 95%.

**Fuente:** Datos analizados de la tabla 23.

La ecuación estadística obtenida para predecir la pérdida de proteínas (%) se muestra a continuación:

**Modelo 1**

$$\begin{aligned} \text{Pérdida Proteínas (\%)} = & (0.19451 - 0.0553 \text{ Tiempo (min)}_{30} - 0.0008 \text{ Tiempo (min)}_{40} \\ & + 0.0561 \text{ Tiempo (min)}_{50} - 0.1143 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{70} \\ & - 0.0574 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{80} + 0.0207 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{90} \\ & + 0.1641 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{100} - 0.0131 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{110}) \times \\ & 100 \end{aligned}$$

El coeficiente de determinación ha sido igual a  $R^2 = 95.66\%$ , lo que indica que el modelo explica una gran parte de la variabilidad observada en los datos experimentales, lo que sugiere un alto grado de precisión en la predicción de la pérdida de proteínas.

La ecuación está compuesta por un término constante (0.19451) y diversos coeficientes que representan el efecto de cada condición experimental. Se observa que la pérdida de proteínas está influenciada negativamente por algunos niveles de tiempo y temperatura, como Tiempo (min)<sub>30</sub> y Temperatura (°C)<sub>70</sub>, mientras que otros niveles, como Temperatura (°C)<sub>100</sub>, tienen un efecto positivo, aumentando la pérdida proteica. Estos coeficientes reflejan la interacción entre el tiempo y la temperatura, confirmando que temperaturas más altas tienen un impacto significativo en la degradación de proteínas.

La tabla 25 muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey para evaluar el efecto del tiempo de cocción en la pérdida de proteínas, con un nivel de confianza del 95%. Se observa que los tiempos de 30 y 40 minutos pertenecen al grupo B, mientras que el tiempo de 50 minutos pertenece al grupo A, indicando que es significativamente diferente de los otros dos tiempos. Los tiempos de 30 y 40 minutos son estadísticamente iguales, a pesar de que con 40 minutos se obtengan pérdidas medias mayores (19.37%) en comparación con 30 minutos (13.92%).

**Tabla 25**

*Prueba de Comparación Múltiple para Pérdida de Proteínas con Relación al Tiempo*

Tiempo (min)	N	Pérdida Media (%)	Agrupación		
50	5	25.06	A		
40	5	19.37		B	
30	5	13.92		B	

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Fuente:** Datos experimentales tabla 23.

La tabla 26 presenta la prueba de Tukey aplicada a la temperatura de cocción, donde se evidencia que temperaturas más altas resultan en mayores pérdidas de proteínas. La temperatura de 100 °C genera la mayor pérdida (35.87%) y se encuentra en el grupo A, mientras que las temperaturas de 90 °C, 80 °C y 70 °C presentan pérdidas progresivamente menores y pertenecen a los grupos AB y B. Finalmente, la menor pérdida ocurre a 60 °C (8.01%), formando un grupo C, que es estadísticamente diferente del resto. Estos resultados confirman que la temperatura es un factor crítico en la conservación de proteínas durante el tratamiento térmico.

**Tabla 26**

*Prueba de Comparación Múltiple para Pérdida de Proteínas con Relación a la Temperatura*

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>N</b>	<b>Pérdida Media (%)</b>	<b>Agrupación</b>		
100	3	35.87	A		
90	3	21.52		B	
110	3	18.14		B	
80	3	13.71		B	C
70	3	8.01			C

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Fuente:** Datos experimentales tabla 23.

### **3.5. Análisis Estadístico Resultados de los Ensayos de Tratamiento Térmico para las Grasas**

La Tabla 27 muestra los valores obtenidos para la concentración final de grasas en el filete de pescado luego del tratamiento térmico, considerando diferentes combinaciones de tiempo y temperatura. Se analizaron un total de 15 corridas experimentales, donde los tiempos de cocción variaron entre 30, 40 y 50 minutos, y las temperaturas oscilaron entre 70 °C y 110 °C. Además, se presenta la concentración final de proteínas en porcentaje, junto con su desviación estándar (DS) y el coeficiente de variación (CV), lo que permite evaluar la variabilidad y precisión de los datos obtenidos en cada corrida. Se observa que la concentración de proteínas disminuye conforme aumentan el tiempo y la temperatura del tratamiento térmico, lo que indica una posible degradación o pérdida de proteínas a temperaturas elevadas.

Los valores registrados muestran que la mayor concentración de proteínas (8.20%) se obtuvo en la corrida 1 (30 minutos a 70 °C), mientras que la menor concentración (4.00%) se registró en la corrida 14 (50 minutos a 110 °C). Esto sugiere que tiempos y temperaturas más elevados provocan una mayor pérdida de proteínas, posiblemente debido a la desnaturalización térmica y la solubilización en los jugos de cocción. El coeficiente de variación (CV) se mantiene en valores bajos, entre 2.49% y 4.32%, lo que indica una buena repetibilidad en los datos experimentales. Estos resultados son clave para establecer condiciones de cocción óptimas que minimicen la pérdida de proteínas y grasas, asegurando un mejor rendimiento nutricional en la producción de conservas de pescado.

**Tabla 27**  
*Concentración de Grasas Final Luego del Tratamiento Térmico de Acuerdo al Diseño Experimental*

#	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	n	Concentración de Grasas (%)	±	DS	(CV)
1	30	70	3	8.20	±	0.20	2.4%
2	30	80	3	7.90	±	0.20	2.5%
3	30	90	3	7.20	±	0.17	2.4%
4	30	100	3	6.50	±	0.17	2.7%
5	30	110	3	6.00	±	0.20	3.3%
6	40	70	3	8.00	±	0.20	2.5%
7	40	80	3	7.40	±	0.20	2.7%
8	40	90	3	7.00	±	0.20	2.9%
9	40	100	3	5.60	±	0.17	3.1%
10	40	110	3	5.00	±	0.20	4.0%
11	50	70	3	7.30	±	0.20	2.7%
12	50	80	3	7.00	±	0.17	2.5%
13	50	90	3	6.40	±	0.20	3.1%
14	50	100	3	5.00	±	0.10	2.0%
15	50	110	3	4.70	±	0.20	4.3%

*Nota.* Donde # = número de la corrida, n = número de repeticiones, DS = desviación estándar y CV = coeficiente de variación.

**Fuente:** Datos experimentales, Tabla 20.

Los datos de la tabla 28 indican una clara influencia de la temperatura en la pérdida de grasas durante la cocción, obtenido con la fórmula presentada en la sección 2.5.5. Se puede apreciar que a mayor temperatura, mayor es la reducción de grasas en los filetes de pescado. Además, se observa que el tiempo de cocción también juega un papel importante, ya que para una misma temperatura, un mayor tiempo de exposición resulta en una mayor pérdida de grasas.

**Tabla 28**  
*Porcentaje de Perdidas de Grasas por Cada Corrida Experimental*

#	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Perdida (%)
1	30	70	18.27%
2	30	80	21.26%
3	30	90	28.24%
4	30	100	35.22%
5	30	110	40.20%
6	40	70	20.27%
7	40	80	26.25%
8	40	90	30.23%
9	40	100	44.19%
10	40	110	50.17%
11	50	70	27.24%
12	50	80	30.23%
13	50	90	36.21%
14	50	100	50.17%
15	50	110	53.16%

Nota. Donde # = número de corrida.

**Fuente:** Datos obtenidos a partir de la tabla 27 aplicando la fórmula de la sección 2.5.5.

En la tabla 29 se puede apreciar que en la columna de Contribuciones destaca que la temperatura tiene una contribución predominante del 82.01%, mientras que el tiempo contribuye con un 16.07%, mientras que el error experimental representa solo el 1.92% de la variabilidad, lo que indica que los resultados son altamente confiables.

En la columna de Valor p, se observa que tanto el tiempo como la temperatura tienen valores de 0.000, lo que sugiere que ambos factores tienen un impacto estadísticamente significativo en la pérdida de grasas. Este análisis confirma que la temperatura es el factor más influyente en la reducción de grasas durante la cocción, seguido por el tiempo de exposición.

**Tabla 29**  
*Análisis de Varianza para la Perdida de Grasas*

Fuente	Contribución	Valor p
Tiempo (min)	16.07%	0.000
Temperatura (°C)	82.01%	0.000
Error	1.92%	

Nota. p-valor para un nivel de confianza del 95%.

**Fuente:** Datos analizados de la tabla 28.

La ecuación estadística obtenida para predecir la pérdida de proteínas (%) se muestra a continuación:

### **Modelo 2**

$$\begin{aligned} \text{Pérdida Grasas (\%)} = & (0.34086 - 0.05449 \text{ Tiempo (min)}_{30} + 0.00133 \text{ Tiempo (min)}_{40} + \\ & 0.05316 \text{ Tiempo (min)}_{50} - 0.1216 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{70} - \\ & 0.0817 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{80} - 0.0252 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{90} + \\ & 0.0910 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{100} + 0.1375 \text{ Temperatura (}^{\circ}\text{C)}_{110}) \times 100 \end{aligned}$$

El coeficiente de determinación ha sido igual a  $R^2 = 98.08\%$ , lo que indica que el modelo tiene un alto poder explicativo, capturando la mayoría de la variabilidad en los datos experimentales.

La ecuación muestra que algunos valores de tiempo y temperatura afectan negativamente la pérdida de grasas, como Tiempo (min)<sub>30</sub> y Temperatura (°C)<sub>70</sub>, mientras que otros, como Temperatura (°C)<sub>100</sub> y 110, tienen un impacto positivo, aumentando la pérdida de grasas. Esto sugiere que temperaturas más altas y tiempos prolongados pueden intensificar la liberación de grasas, lo que es relevante para el control de la calidad y composición del producto final.

En la tabla 30 se puede apreciar que, de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiple de Tukey para un nivel de confianza del 95%, las pérdidas de grasa media son estadísticamente diferentes. Por lo que es distinto realizar el proceso a un tiempo de 50, 40 y 30 minutos, siendo el tiempo de 30 minutos el que permite obtener pérdidas mínimas y el de 50 minutos el que obtiene pérdidas máximas.

**Tabla 30**  
*Prueba de Comparación para Pérdida de Grasa con Relación al Tiempo*

<b>Tiempo (min)</b>	<b>N</b>	<b>Pérdida Media (%)</b>	<b>Agrupación</b>		
50	5	39.40	A		
40	5	34.22		B	
30	5	28.64			C

*Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Fuente:** Datos experimentales tabla 28.

En la tabla 31, se puede apreciar que el rango de temperatura de 100-110, 80-90 °C y 70-80 son estadísticamente iguales cuando se analiza la pérdida media (%) para un nivel de confianza del 95% de acuerdo a la prueba de Tukey. Por lo que es indistinto realizar el proceso en dichos rangos de temperatura, ya que se obtendrían resultados medios estadísticamente iguales.

**Tabla 31**  
*Prueba de Comparación para Pérdida de Grasas con Relación a la Temperatura*

Temperatura (°C)	N	Pérdida Media (%)	Agrupación		
110	3	47.84	A		
100	3	43.19	A		
90	3	31.56		B	
80	3	25.91		B	C
70	3	21.93			C

*Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Fuente:** Datos experimentales tabla 28.

### 3.6. Parámetros Óptimos

De acuerdo a los modelos estadísticos obtenidos (modelo 1 y 2) para predecir las variables medidas (% perdidas de proteínas y grasas) los valores óptimos para obtener valores mínimos han sido para el tiempo 30 min y para la temperatura 70 °C. Con estos valores, se pueden alcanzar 16,48% de pérdida de grasas, y 2.49% de pérdidas de proteínas con errores de predicción durante el ajuste de 1.42 y 2.07% respectivamente (Tabla 32).

**Tabla 32**  
*Parámetros Óptimos del Proceso*

Variable	Valor Óptimo	Respuesta	Ajuste	EE de ajuste (%)
Tiempo (min)	30	Pedida Grasas (%)	16.48 %	1.42
Temperatura (°C)	70	Perdida Proteínas (%)	2.49 %	2.07

Nota. EE de ajuste (%) = error del ajuste de los modelos.

**Fuente:** Datos predichos o ajustados por los modelos 1 y 2.

#### IV. DISCUSIÓN

El presente estudio analizó la influencia de la temperatura y el tiempo de cocción en la pérdida de proteínas y grasas en filetes de pescado destinados a la elaboración de conservas. Los resultados mostraron que incrementos en la temperatura y el tiempo de cocción aumentan significativamente la pérdida de proteínas y grasas. Por ejemplo, se observó una pérdida de proteínas del 42.41% a 110 °C durante 50 minutos, mientras que a 70 °C por 30 minutos la pérdida fue del 5.06%. De manera similar, la pérdida de grasas fue mayor en condiciones de alta temperatura y tiempo prolongado.

El análisis de la caballa fresca reportó una concentración inicial de proteína de 15,8% y una concentración de grasas totales de 10% cuando la humedad en el ejemplar analizado fue de 72%, al ser sometidos, los trozos depositados en el interior de una lata que se calienta en posición invertida en un horno de secado con bandeja perforada bajo la cual se puso otra bandeja sin perforaciones que servía para coleccionar el agua y la grasa que se desprenden de la carne de caballa al calentarse, se inicia un proceso de desnaturalización de la proteína, en la cual, esta deja su estructura nativa para desplegarse y perder sus propiedades convirtiéndose en sustancias diferentes, debido a ello conforme la temperatura se eleva, la cantidad de proteínas en la caballa es menor. Estudios realizados sobre el efecto del calor sobre las proteínas del pescado han determinado que temperaturas superiores a los 70°C inician su descomposición anulando sus propiedades digestivas. Conforme se eleva la temperatura la carne va perdiendo demasiada agua y grasa quedando una masa rígida seca que va tomando aspecto desagradable, el motivo es que a una temperatura de 90°C el calor en el interior de la carne supera los 70°C o 75°C, lo cual es perjudicial para el producto enlatado de pescado.

El autor [16] evaluó la peroxidación lipídica en músculo de caballa (*Scomber japonicus*) y bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) durante seis meses de congelación a -18 °C. Aunque este estudio se centró en la conservación en frío, se observó un incremento en la peroxidación lipídica a los dos meses, lo que indica deterioro de las muestras. Sin embargo, los cambios en la composición de proteínas y grasas fueron evidentes en el análisis proximal a los seis meses. Por otro lado, [17] investigaron el efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en conservas de recortes de caballa tratadas con humo líquido, envasados en bolsas flexibles esterilizables. Los resultados mostraron que los niveles de proteína y grasa se incrementaron significativamente en las etapas de horneado y esterilizado. Se identificaron 37 ácidos grasos, destacando el DHA y EPA. Todos los ácidos grasos en general se incrementaron por el tratamiento térmico.

**Pérdida de Proteínas:** Mientras que el presente estudio reporta una pérdida de proteínas de hasta el 42.41% bajo condiciones extremas de temperatura y tiempo, el estudio [16] de observó un incremento en los niveles de proteína tras el horneado y esterilizado. Esta discrepancia podría atribuirse a diferencias en las especies de pescado utilizadas, los métodos de procesamiento y las condiciones específicas de cada estudio.

**Pérdida de Grasas:** El presente estudio encontró que temperaturas más altas y tiempos prolongados aumentan la pérdida de grasas. Similarmente, [17] reportó una disminución significativa de ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados durante el proceso de ahumado y esterilización de la tilapia.

Asimismo, en cuanto a la grasa esta se separa del tejido por efecto del calor y como el tarro que contiene la carne se encuentra invertido y no tapado, junto con el agua cae la grasa que se van depositando en la bandeja no perforada. Las temperaturas superiores a los 80°C la eliminación de la grasa es mayor y por tanto el producto que queda en la lata queda con una textura no adecuada.

## V. CONCLUSIONES

1. La temperatura que se desarrolla en los cocinadores de las plantas de conserva de pescado influye directamente en la concentración de proteínas debido a la desnaturalización de la proteína del filete de pescado empleado en la elaboración de conservas. La grasa contenida en el filete por efecto del calor poco a poco se va disolviendo y desprendiéndose del producto.
2. La variación promedio de proteínas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores es de 3,5%.
3. La variación promedio de grasas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores es de 3,0%.
4. La pérdida promedio de proteínas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores es de 25.06, 19.37 y 13.92 % para los tiempos de 50, 40, y 30 min respectivamente, y de 35.87, 21.52, 18.14, 13.71 y 8.01% para las temperaturas de 100, 90, 110, 80, y 70 °C respectivamente.
3. La pérdida promedio de grasas en el filete de pescado durante su tratamiento en los cocinadores ha sido de 39.40, 34.22, 28.64% para los tiempos de 50,40 y 30 min, respectivamente, y de 47.84, 43.19, 31.56, 25.91, y 21.93% para las temperaturas de 110, 100, 90, 80 y 70°C.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda utilizar un horno de vacío al cual se le pueda inyectar vapor a diferentes temperaturas a fin de establecer temperaturas más precisas acordes con las que se desarrollan dentro de un cocinador industrial.
2. En tanto en la investigación se plantea la pérdida de proteínas y de las grasas en los cocinadores de las plantas conserveras de pescado, el analizar proteínas en la conserva de pescado de un tarro sellado no se recomienda ya que este producto después de la cocción es sometido a autoclaves a alta temperatura y presión donde adicionalmente se degrada (desnaturaliza) la proteína.

## VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.

- [1] J. Martínez y col, “Efecto de las altas temperatura en el valor nutricional de la carne de pescado”, Tesis, Colombia, Universidad de La Salle, Bogotá, 2015.
- [2] S. Andrade, “Efecto del calor en las proteínas del músculo del pescado durante el procesamiento de la harina”, Tesis, Ecuador, Universidad de Azuay, 2015.
- [3] N. Navarro, “Efecto de la temperatura de larga duración sobre la calidad instrumental y sensorial de la carne de cordero tipo ternasco”, Tesis, Perú, Universidad de la Molina, 2013.
- [4] J. Zuta, “Envasado de Carne de pescado, parámetros adecuados”, Tesis, Perú, Universidad del Centro del Perú, 2018
- [5] IMARPE “Caballa (*Scomber japonicus peruanus*)”, obtenido el 10 de julio del 2021 de [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/reportes/imarpe\\_infor\\_infcruc1002\\_olaya\\_2.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/reportes/imarpe_infor_infcruc1002_olaya_2.pdf)
- [6] IMARPE “Morfometría caballa”, Instituto del mar del Perú – ITP. Ed Stella 1996. Callao – Perú. 2019
- [7] IMARPE (2008) Caballa, obtenido el 01 de julio de 2021 de <http://www.imarpe>
- [8] IMARPE (1996) “Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú”, Instituto del mar del Perú, Instituto tecnológico Pesquero del Perú.
- [9] ITP/JICA (1997) “Curso internacional de conserva”. Perú – Callao.
- [10] ITP/FOCUS (2001) “Guías de prácticas, evaluación de sellos dobles en envases metálicos”. 1era edición. Callao – Perú.
- [11] PRODUCE (2015), “Desembarque de recursos marítimos para congelado según especie”, 2009 – 2014
- [12] SANDOVAL (1979), “Distribución y variación estacional de larvas de peces de la costa peruana”. Informe N° 63 IMARPE. Callao – Perú.
- [13] SIKORSKI, E., (1994) “Tecnología de los productos del mar”. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza – España.
- [14] ISIQUE, J., (1997) “Curso taller, elaboración de conservas alimenticias” UNJBG – FAIP – Tacna – Perú.
- [15] ISIQUE, J., (1999) “Tecnología pesquera IV” UNJBG – Tacna – Perú.
- [16] H. Gutiérrez and R. De La Vara, *Análisis y Diseño de Experimentos*, 2nd ed. Mc Graw Hill, 2008.

- [17] A. Cazorla, “Efecto del congelamiento sobre la peroxidación lipídica en el músculo de 2 especies de pescados almacenados en una planta pesquera,” Pregrado, UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA, 2020.
- [18] L. R. Ordóñez Ramos de Cano, S. Á. Lozano Ayala, E. R. Alarcón Kodzman, T. E. Llerena Daza, A. Solari Godiño, and S. Villanueva Pinedo, “Influencia del proceso térmico en las propiedades fisico-químicas y microbiológicas en conservas de recortes de caballa (*Scomber japonicus*) tratados con humo líquido,” *REVISTA DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA PRODUCTIVA*, vol. 3, no. 2, p. e004, Feb. 2023, doi: 10.54353/ritp.v3i2.e004.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Métodos de análisis de grasas y proteínas según normas AOAC.

#### a. Grasas.

##### (Método Soxhlet - AOAC - 1984).

En un cartucho de papel filtro se coloca 10 g de muestra seca y pulverizada, en la cámara extractora del equipo Soxhlet, se echa hexano hasta que tape el cartucho dejando macerar por 12 horas, tapando la salida superior del tubo refrigerante para evitar que el solvente se evapore. Después de las 12 horas se destapa el tubo refrigerante, se retira y se agrega una cierta cantidad de solvente para permitir que el extracto que se ha formado en la cámara sea sifoneado hacia el matraz de destilación, cuando todo el extracto pasa al matraz, se agrega solvente en la cámara hasta que tape el cartucho que contiene la muestra, se vuelve a colocar el tubo refrigerante y se inicia el calentamiento para que este recircule durante 3 ó 4 horas hasta que el solvente en la cámara de extracción se vea transparente. Luego por destilación se recupera el Hexano, dejando libre la grasa que se lleva a estufa a 80°C para eliminar el solvente residual que queda con la grasa, se enfría y pesa. El resultado (%G) se calcula con la fórmula siguiente:

$$\% G = [(W \text{ balón+grasa} - W \text{ balón vacío}) / \text{Peso de la muestra}] \times 100$$

#### b. Proteínas.

##### (Método de micro Kjeldahl - AOAC - 1984).

0,3 g de muestra pulverizada, seca y desgrasada, pesada en balanza analítica, se echa en el balón Kjeldahl, al cual se adicionando 1 g de catalizador (Mezcla de  $\text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ ) y 4 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se calienta primero a temperatura moderada, luego hasta ebullición y se mantiene a esa temperatura hasta que el líquido se torne transparente o de un color verde esmeralda. Durante la digestión la boca del matraz Kjeldahl se conecta mediante una manguera de látex a una trompa de vacío para extraer el dióxido de azufre y mezclarlo con el agua, a fin de que no se propague por el ambiente del laboratorio.

Terminada la digestión y fría la muestra se añaden 100 mL de agua destilada y se trasvasa a un balón de 500 mL, se agrega 100 de NaOH al 40% y se destila, recibiendo el destilado en un Erlenmeyer con 50 mL de ácido bórico al 2%, y gotas de indicador rojo de metilo. La destilación se prolonga hasta la total destilación del amoníaco. La adición del hidróxido de sodio debe de hacerse en un equipo totalmente hermético, para evitar la fuga del amoníaco. Para ello se emplea un embudo de separación que se adapta al matraz de destilación, en un orificio del tapón. Cuando se inicia la ebullición del contenido del matraz, se abre la llave del embudo y se deja caer poco a poco el hidróxido de sodio, hasta

que caiga todo e inmediatamente se cierra la llave para evitar fuga de vapores. Este tipo de destilación se denomina “destilación destructiva”, el NaOH rompe la molécula de sulfato de amonio y deja libre el amoniaco que se recibe en ácido bórico.

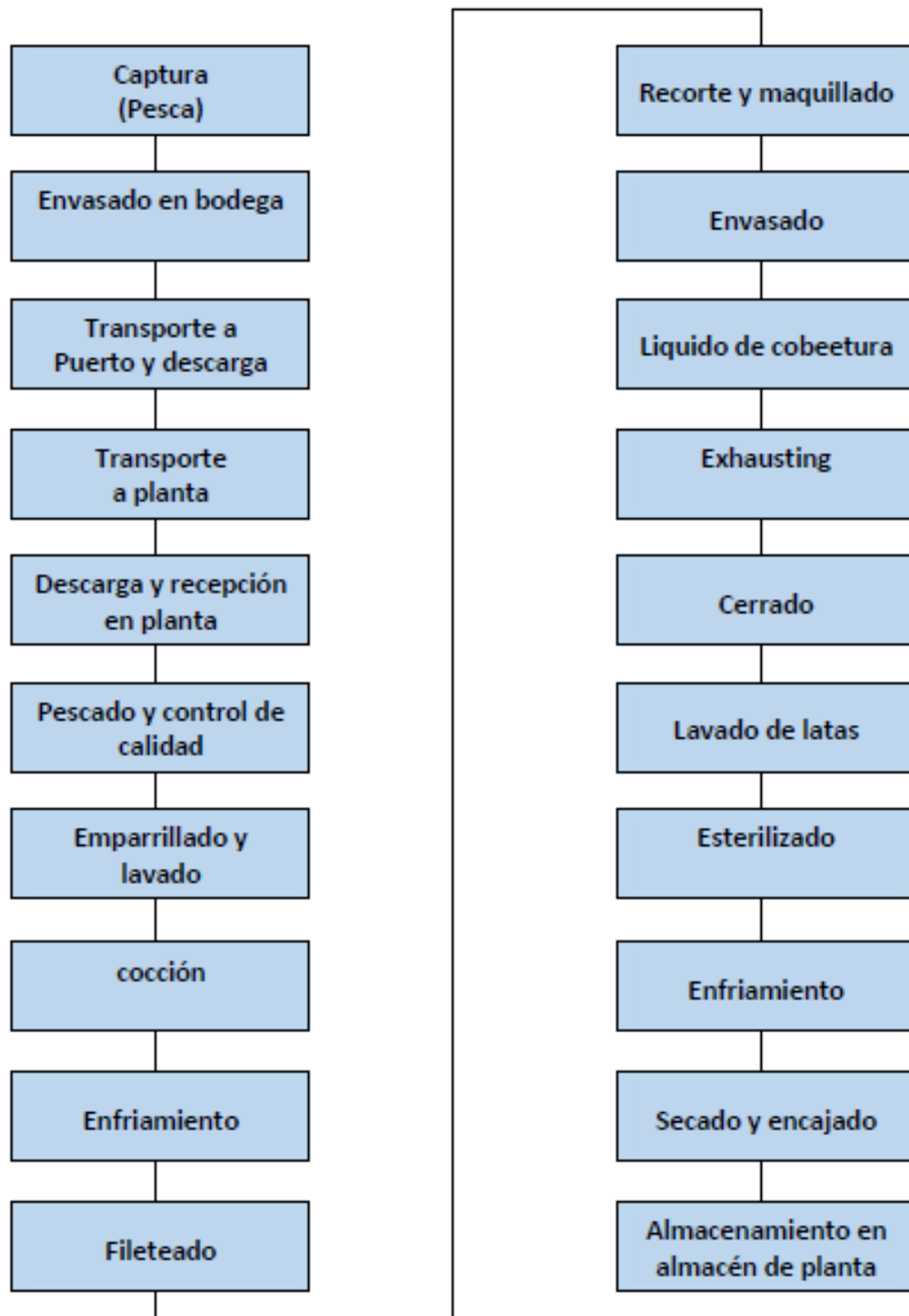
El exceso de amoniaco que no ha reaccionado con el ácido bórico se titula con ácido sulfúrico 0,1 N. El porcentaje de proteínas (%P) se calcula con la fórmula:

$$\%P = (\text{Gasto} \times 0,014 \times F \times 100) / \text{Peso de la muestra}$$

Dónde:

F - es el factor de la sustancia a analizar.

Anexo 2: Diagrama de flujo cualitativo de la elaboración de conserva de caballa.



### Anexo 3: Control físico-organoléptico del pescado fresco:

Presentación	Características	Criterios y descripciones
Pescado entero	Superficie exterior	Color: Brillante, apagado, blanquecino Mucilago: Incoloro, descolorido
	Piel	Daños: Ninguno, pinchazo, abrasiones
	Ojos	Forma: Convexos, planos, cóncavos Claridad: Brillantes, opacos Color: Normal, descolorido
	Cavidad de vientre	Visceras: intactas, macerados Pared del vientre: Brillante, limpia, descolorida, macerada Sangre: Roja brillante, marrón
	Textura	Piel: Lisa, arenosa Carne: Firme, blanda
	Aspecto de las agallas	Color: Rojo o rosa brillante, blanquecino, descolorido Mucosa: Clara, opaca, descolorida
	Olor de las agallas	Fresco, característico, neutro, ligeramente agrio, descompuesto, pútrido

Fuente: CAC/GL 31-1999 (Aplicado en SERFRISA)

**Anexo 4: Clasificación taxonómica de la caballa.**

Reino Animalia

Phylum Cordados

Subphylum Vertebrados

Superclase Peces

Clase Osteocitos

Sub clase Actinopterigios

Super orden Teleosteos

Serie Finoclistos

Orden Escombriformes

Sub orden Scombrideos

Familia Scombridae

Genero Scomber

Especie Scomber japonicus

Sub especie *Scomber japonicus peruanus*

Nombre común Caballa (Cherichigno, 1999)