



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“RECUPERACIÓN DE PROTEÍNAS DE VÍSCERAS DE PESCADO A TRAVÉS  
DEL MÉTODO DE PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA Y SU APLICACIÓN  
EN LA ELABORACIÓN DE PAN COMÚN”**

**TESIS**

**Para Optar El Título De**  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**AUTORES:**

Bach. EDQUEN NUÑEZ MARILYN

Bach.SALAZAR TAPIA GENESIS JAZMIN

**ASESORA:**

Dra. BLANCA M. ROMERO GUZMÁN

**Lambayeque**

**2018**

## DEDICATORIA

Dedicada primeramente a Dios, pilar fundamental en mi vida, sus infinitas bendiciones y fortalecimiento diario permitió la ejecución de este proyecto.

Segundo a mis padres: Hugo y Himelda; quienes han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Su tenacidad y lucha insaciable de ellos son mi gran ejemplo a seguir y destacar.

El esfuerzo y dedicación de este trabajo va hacia mis padres: Máximo y Liliana; por ser quienes me han encaminado por los senderos de bien.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente nos gustaría agradecer a DIOS, por hacer realidad este sueño anhelado.

A nuestros padres por su apoyo incondicional y enseñanzas otorgados permitieron que estemos culminando esta etapa de nuestra vida.

A nuestra asesora Dra. BLANCA MARGARITA ROMERO GUZMÁN, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos y experiencia, brindada nos encamino todo momento para lograr culminar este proyecto.

Al técnico de laboratorio de fisicoquímica Sr. FLORIANO SAUCEDO, por sus capacidades y conocimientos brindados durante el desarrollo experimental del proyecto.

# INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>12</b>
<b>I. MARCO TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>1.1 GENERALIDADES DE PECES</b>	<b>14</b>
<b>1.2 VÍSCERAS</b>	<b>15</b>
1.2.1 Composición Nutricional	17
1.2.2 Situación Actual De Las Visceras De Pescado	17
1.2.3 Usos En La Industria	18
<b>1.3 PROTEÍNAS</b>	<b>19</b>
1.3.1 Las Proteínas Como Electrólitos	19
1.3.2 Clasificación De Las Proteínas Por Sus Propiedades Físicas Y Su Solubilidad	21
<b>1.4 RECUPERACIÓN DE PROTEÍNAS: PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA</b>	<b>21</b>
1.4.1 Solubilización / Precipitación Isoeléctrica (ISP) Y Recuperación De Concentrado De Proteína Muscular	22
1.4.2 Proceso De Recuperación De Proteínas	24
<b>1.5 GENERALIDADES DEL PAN</b>	<b>25</b>
1.5.1 Enriquecimiento Del Pan	25
1.5.2 Insumos En Panificación.	26
<b>1.6 PROCESO DE ELABORACIÓN</b>	<b>27</b>
1.6.1 Métodos De Elaboración	27
1.6.2 Formulación Del Pan	27
1.6.3 Proceso De Elaboración De La Masa	28
1.6.4 Características Fisicoquímicas Y Microbiológicas Del Pan.	30
1.6.5 EVALUACIÓN SENSORIAL	31

1.6.5.1	Propiedades Sensoriales	31
1.6.5.2	Tipos de Jueces	32
1.6.5.3	Pruebas sensoriales	33
1.6.5.4	Tipos de análisis	34
<b>II.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>36</b>
2.1	Lugar De Ejecución	36
2.2	Población Y Muestra	36
2.2.1	POBLACIÓN	36
2.2.2	MUESTRA	36
2.3	MUESTRAS Y MATERIALES	36
2.3.1	Muestras	36
2.3.2	Insumos y aditivos	36
2.3.3	Materiales	36
2.3.4	Equipos	37
2.3.5	Reactivos	38
2.4	MÉTODOS	38
3.4.1	DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS	38
1.	Para Proteína	38
2.	Para Pan	38
3.4.2	DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS	39
3.4.3	DE PREPARACIÓN DE PAN	41
3.4.4	DE ANÁLISIS	43
1.	Para Proteína	43
2.	Para Pan	44
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>46</b>
3.1	DE PROTEÍNA	46

3.1.1. Resultados del Análisis Físicoquímico de la Proteína Recuperada según el efecto del pH de Solubilización. ....	46
3.2 DE PAN .....	48
3.2.1 Resultados del Análisis Físicoquímico del Pan Enriquecido con proteína de pescado ....	48
3.2.2 Resultados del Análisis Sensorial del Pan Enriquecido con proteína de pescado .....	48
3.2.3 Resultados del Análisis Microbiológico del Pan Enriquecido con proteína de pescado --	51
IV. DISCUSIÓN .....	52
V. CONCLUSIONES .....	55
VI. RECOMENDACIONES .....	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
VIII. ANEXOS .....	65

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema básico de la anatomía del pescado. ....	15
<b>Figura 2.</b> Promedio de los subproductos.....	17
<b>Figura 3.</b> Residuos viscerales de desembarcaderos pesqueros.....	18
<b>Figura 4.</b> Una proteína en su punto isoeléctrico (pI) tiene una carga electrostática nula. ....	23
<b>Figura 5.</b> Flujo del proceso de recuperación de proteína. ....	39
<b>Figura 6.</b> Etapas de elaboración de pan común tipo francés.. ....	41
<b>Figura 7.</b> Promedio de atributos para cada formulación.. ....	49
<b>Figura 8.</b> Resultados de la evaluación de los atributos color, olor, sabor y textura. ....	50
<b>Figura 9.</b> Recuperación de proteínas de vísceras de pescado a través del método de precipitación isoeléctrica.....	66
<b>Figura 10.</b> Elaboración de pan enriquecido con proteína recuperada.....	66
<b>Figura 11.</b> Análisis fisicoquímico y organoléptico efectuados al pan de distintas formulaciones (F1, F2, F3, F4).....	66
<b>Figura 12.</b> Análisis de varianza para pH de extracción acida. ....	66
<b>Figura 13.</b> Análisis de varianza para pH de extracción básica.. ....	66
<b>Figura 14.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto al color para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína.. ....	66
<b>Figura 15.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto al color para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína. ....	66
<b>Figura 16.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto al olor para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína.. ....	66

<b>Figura 17.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto al color para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína..	66
<b>Figura 18.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto al sabor para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína..	66
<b>Figura 19.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto al sabor para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína..	66
<b>Figura 20.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto a textura para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína..	66
<b>Figura 21.</b> Análisis estadístico de varianza con respecto a textura para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína. .	66



## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1</b>	Análisis aproximado de subproductos del perfil del océano pacífico (%)....	17
<b>TABLA 2</b>	Descripción y/o función de los insumos en panificación.....	26
<b>TABLA 3</b>	Insumos requeridos en la elaboración de pan común. ....	27
<b>TABLA 4</b>	Características fisicoquímicas de pan .....	30
<b>TABLA 5</b>	Características microbiológicas del pan.....	30
<b>TABLA 6</b>	Total de muestras de vísceras de pescado según su pH de Solubilización ...	40
<b>TABLA 7</b>	Relación harina/proteína en la elaboración de pan .....	42
<b>TABLA 8</b>	Principio de los análisis fisicoquímicos .....	43
<b>TABLA 9</b>	Principio de los análisis fisicoquímicos .....	44
<b>TABLA 10</b>	Códigos utilizados en la evaluación sensorial del producto.....	45
<b>TABLA 11</b>	Análisis microbiológico .....	45
<b>TABLA 12</b>	Porcentaje de proteína recuperada de vísceras de pescado según efecto del pH.....	46
<b>TABLA 13</b>	Porcentaje de proteína recuperada de vísceras de pescado según efecto del pH.....	46
<b>TABLA 14</b>	Porcentaje de proteína recuperada de vísceras .....	47
<b>TABLA 15</b>	Análisis fisicoquímicos del pan enriquecido según su formulación.....	48
<b>TABLA 16</b>	Análisis microbiológico del pan enriquecido con proteína .....	51
<b>TABLA 17</b>	Analisis proximal de proteína recuperada de vísceras.....	71

## RESUMEN

Las vísceras de pescado son considerados como residuos por tener menor oportunidad para ser tratados como materia prima y fuente para otros productos, debido a su acelerado proceso de descomposición.

La presente investigación tiene como objetivo la recuperación de proteínas de las vísceras de pescado y su aplicación en la elaboración de pan común mediante el método de precipitación isoelectrica, por el cual las vísceras fueron lavados, fragmentados y distribuidos en 30 muestras de 100g cada una, siguiendo las etapas: homogenización: diluidas en proporciones de 1: 5-9; solubilización; las muestras se llevaron a pH de 2, 2.5 y 3 con HCl 2M, y a pH de 10.8, 11 y 11.2 con NaOH 2M; 1era centrifugación, precipitación; 2da centrifugación y secado a 35°C. La mayor recuperación de proteína se logró a un pH de 2.5, la cual se aplicó en la elaboración de pan común tipo francés, con cuatro formulaciones (10%, 5%, 4%, 3%), las mismas que fueron sometidas a evaluaciones: fisicoquímica, registrándose un aumento proteico de 20.12% - 17.53%, microbiológica dando conforme según los Criterios Microbiológicos del MINSA. y sensorialmente con una mayor aceptación la formulación que tuvo un 3% de proteína. De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que la recuperación de proteínas de vísceras de pescado por el método de precipitación isoelectrica se da de manera eficiente en un medio ácido y de acuerdo con la evaluación microbiológica el pan se halla aceptable para el consumo humano.

**Palabras clave:** proteína, vísceras, isoelectrico.

## ABSTRACT

The fish guts are considered to be waste by having less opportunity to be treated as raw material and source for other products, due to its accelerated decomposition.

This research is aimed at recovery of proteins of the fish guts and its application in the production of common bread using the isoelectric precipitation method, by which the fish guts were washed, fragmented and distributed in 30 samples of 100g each, one, according the stages: homogenization: diluted in proportions of 1: 5-9; solubilization; the samples were carried to pH 2, 2.5 and 3 with HCl 2M, and pH of 10.8, 11 and 2M NaOH 11.2; 1st centrifugation, precipitation; 2nd centrifugation and drying at 35° C. Increased protein recovery was achieved at a pH of 2.5, which was applied in the production of common bread French type, with four formulations (10%, 5%, 4%, 3%), which were undergoing evaluations: physical chemistry, registering an increase in protein 20.1 2% - 17.53%, microbiological giving as according to the criteria microbiological of the MINSA and sensorially with a major acceptance the formulation that had 3 % of protein.

According to the results obtained, it can be concluded that the recovery of proteins of fish guts by the method of isoelectric precipitation occurs efficiently in an acid medium, and according to the microbiological evaluation bread is acceptable for human consumption.

**Key words:** Protein, guts, isoelectric.

## INTRODUCCION

Los subproductos de pescado (cortes, espinas dorsales, cabezas, piel, aletas, vísceras y sangre) son desperdiciadas por los comerciantes de los mercados y procesadores artesanales pesqueros que suelen arrojar esta materia orgánica al mar, contaminando el litoral costero. Prácticas como el cocinar las vísceras de pescado y secarlas a la intemperie para la obtención de abonos es muy frecuentes constituyendo un grave atentado contra el medio ambiente, por la emisión de gases tóxicos y malos olores.

Según Dumay (2006) en su investigación sobre recuperación de subproductos de peces indica que las vísceras de pescado constituyen entre el 12-18 % de su peso corporal.

Bechtel *et al* (2010) mencionan que la composición química de las vísceras de pescado: humedad 71,5%, proteína 11,3%, grasa 13,5%, ceniza 1,4%. Así se puede inferir que las vísceras en grandes volúmenes en grandes volúmenes pueden causar problemas en la dinámica hídrica que tienen que ver con un aumento de la carga orgánica y una disminución del oxígeno en las aguas, ocasionando no solo el deterioro de la calidad del agua de mar, sino de la vida de la población que habita zonas contiguas a la industrial.

Varias investigaciones se han llevado a cabo utilizando los desechos de pescado, al respecto Shahidi, (1997) refiere que los desechos pesqueros contienen valiosas proteínas, lípidos, polisacáridos, minerales y otros compuestos bioactivos que tienen características exclusivas, algunos de los cuales son el resultado de factores ambientales específicos que prevalecen en los océanos. Por lo que pueden constituir un aporte a la alimentación humana, por otro lado, la encuesta ENCOFA (2006), determinó que en las familias peruanas el 45.1% de las familias tenían deficiencias de proteína animal, tanto para la Sierra urbana, resto de Costa y Lima Metropolitana.

Según Bechel (2003), sostiene que las vísceras contiene proteínas en un rango 13.0 a 15.3%, y que utilizando el método de la Solubilización y precipitación isoeléctrica de proteínas en vísceras de abadejo y salmón se obtuvo 61.6% y 47,4% de rendimiento.

El problema científico se enunció en los términos siguientes:

¿De qué manera el método de precipitación isoeléctrica influye sobre la eficiencia en la recuperación de proteínas de las vísceras de pescado y su posibilidad de aplicación en la elaboración de pan común?

La hipótesis científica planteada es:

El método de precipitación isoelectrica para las vísceras de pescado logra la recuperación de las proteínas con gran eficiencia y aprovecharlo en la elaboración de un pan nutritivo y de gran aceptación.

La presente investigación, se realizó para lograr los objetivos siguientes:

General:

Evaluar el método de precipitación isoelectrica respecto a su eficiencia en la recuperación de proteínas a partir de las vísceras de pescado y su posterior aplicación en la elaboración de pan común.

Específicos:

- Determinar el efecto de la disolución y el pH en la recuperación de proteínas
- Darle un valor agregado a las proteínas obtenidas
- Evaluar fisicoquímica, microbiológica y sensorialmente el pan elaborado con la proteína recuperada.

# **I. MARCO TEÓRICO**

## **1.1 GENERALIDADES DE PECES**

Los peces (en latín Pisces) son los animales vertebrados primariamente acuáticos, generalmente ectotérmicos (regulan su temperatura a partir del medio ambiente) y con respiración por branquias.

Según Ruíz (2004), el número de especies existentes dentro de este grupo no se conoce con exactitud, pero sin lugar a dudas este es el grupo más abundante dentro de los vertebrados y algunos autores estiman en alrededor de 25.000 las especies de peces, las que de acuerdo con la clasificación actual se encuentran distribuidas en 483 familias y 57 órdenes.

### **1.1.1 ANATOMÍA**

Mancini (2002), describe lo siguiente:

- Tegumento: La piel es la primera barrera de protección del pez frente al medio acuático. También se encuentran en la piel una cubierta de escamas que protegen al cuerpo y una serie de pigmentos y células sensitivas de la línea lateral.
- Aparato Respiratorio: El opérculo es la cubierta ósea que tapa las branquias o "agallas". Por medio de las branquias respiran los peces, las que están formadas por un fino epitelio muy sensible a las características del agua (materias en suspensión, pH).
- Sistema Digestivo: Constituido por la Boca, faringe y esófago, estómago, intestino e hígado.
- Sistema Excretor: El riñón es una formación pardo-negrizca que se extiende en la parte superior del abdomen desde la cabeza hasta el ano, hacia ventral de la columna vertebral y dorsal de la vejiga gaseosa.
- Sistema Circulatorio: El corazón consta de dos cavidades, una anterior, la aurícula y una posterior, el ventrículo. Este último de forma triangular y muy musculosa.

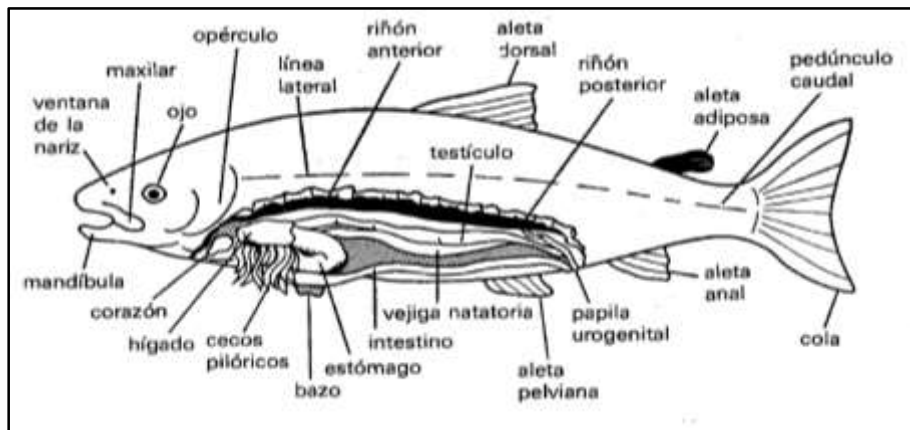


Figura 1: Esquema básico de la anatomía del pescado. Recuperado de Roberts, 1981.

## 1.2 VÍSCERAS

Las vísceras son órganos internos que derivan embriológicamente del mesodermo o del endodermo, según Mancini (2002):

- **Estomago:** Es de distinta forma y tamaño según la especie. En las especies predadoras o carnívoras es amplio y con paredes distendibles que le permite dilatarse para facilitar la entrada de grandes presas. La salida del estómago al intestino está limitada por el píloro. En los salmónidos, el alimento en el estómago se desmenuza realmente por acción de ácidos, enzimas digestivas (como la pepsina que digiere en parte las proteínas) y por acción trituradora de las paredes del estómago.
- **Ciegos Pilóricos:** Se encuentran alrededor del estómago como una serie de estructuras que conforman los pilares ciegos, los que se hallan rodeados generalmente por el tejido adiposo blanco, salvo en situaciones de ayuno. La función que cumple los ciegos pilóricos es absorbente y de neutralización de ácido, creando el espacio mayor adicional para la digestión.
- **Intestinos:** Las enzimas desdoblan las grasas, proteínas y azúcares que luego de atravesar la pared intestinal son llevados al hígado. El resto de alimentos como fibras, restos de caracoles, etc., se evacúan junto con las heces. El largo del intestino es variable, siendo corto en los depredadores y muy largo en los fitófagos. El tiempo que tarda en recorriendo el alimento el tubo digestivo puede variar de unas pocas horas hasta días, dependiendo de los diversos procesos metabólicos que están dados principalmente por la temperatura, ya que un mayor temperatura se aceleran.

- **Hígado:** Es la principal fábrica del organismo interviniendo en distintos procesos metabólicos. Es blando, de color pardo rojizo y muy voluminoso, presentando en ocasiones de color rosa crema, situación que no siempre indica un cuadro patológico.
- **Páncreas:** Se encuentra como infiltraciones a lo largo del intestino e hígado (hepatopáncreas), su función endócrina es producir y secretar insulina. La función exocrina es secretar enzimas proteolíticas que se vierten al intestino para hidrolizar las proteínas del bolo alimenticio.
- **Corazón:** Consta de dos cavidades una anterior, la aurícula y una posterior, el ventrículo. Este último de forma triangular y muy musculosa, que permite el suministro de la presión principal en el interior de una estructura blanca, en el cono arterioso, en la forma como el equilibrio de presión elástica, convirtiendo el impulso del corazón en una sola mano uniforme de sangre hacia las branquias, de donde a su vez, pasa al resto del organismo para proporcionar oxígeno a los tejidos. Una vez que pasa a través de las branquias la presión se reduce fuertemente y su paso a través de los tejidos es lento. En los capilares el O<sub>2</sub> es intercambiado por el CO<sub>2</sub> y productos de desecho. La sangre vuelve finalmente al corazón por medio de la vena cava o principal que pasa a través de los riñones.
- **Riñón:** Es el principal filtro del organismo. En algunos casos, como en la trucha, al principio es un órgano par y luego, en el adulto, se transforma en impar. Filtra la sangre a través de los glomérulos y la conducción de los tubos a conductores pares, los uréteres, que la llevan a la vejiga que se encuentra por encima del ano.
- **Vejiga Natatoria:** Según Ruiz (2017), define como un saco de paredes membranosas que deriva del intestino craneal embrionario. La eliminación e incorporación de gas en la vejiga están reguladas por el sistema nervioso autónomo.
- **Gónadas:** Estas pueden ser, según Gil, Ayala, y López (2017):  
 Testículo de teleósteos: Es un órgano par, alargado y unido a la pared dorsal de la cavidad celómica por el mesorquio. Queda recubierto por la túnica albugínea.  
 Ovario de teleósteos: Es un órgano par, alargado y unido a la pared dorsal del celoma por el mesovario. De él parte un corto oviducto que se continúa con el extremo caudal de la gónada y que termina en la papila urogenital. Durante la época reproductiva pueden representar el 70 % del peso corporal del pez.



### 1.2.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Según Bechtel *et al.*, (2010), informan sobre la evaluación nutricional de muestras de POP (Pesca del Océano Pacífico) sobre una base de tejido húmedo.

TABLA 1

*Análisis aproximado de los subproductos del perfil del océano pacífico (%)*

	VÍSCERA		PECES ENTEROS	
	Promedio	SD	Promedio	SD
<b>Humedad</b>	71,5	2,6	68,9	0,9
<b>Proteína</b>	11,3	1,2	17,9	2,7
<b>Grasa</b>	13,5	6,4	7,8	4,5
<b>Ceniza</b>	1.4	1.6	4.3	2.5

*Nota:* Los valores son medios  $\pm$  SD (% en masa tal cual). Los números en una fila con letras similares no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ). Recuperado de Bechtel, P., *et al*, 2010.

### 1.2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS VÍSCERAS DE PESCADO

Las vísceras pueden representar entre 12-18%, que se generan en procesamiento de fresco (pesca artesanal) y elaboración de conservas (pesca industrial), obtenidas como residuos de fileteado. Son considerados como residuos por tener menor oportunidad para ser tratados como materia prima y fuente para otros productos, debido a su acelerado proceso de descomposición.

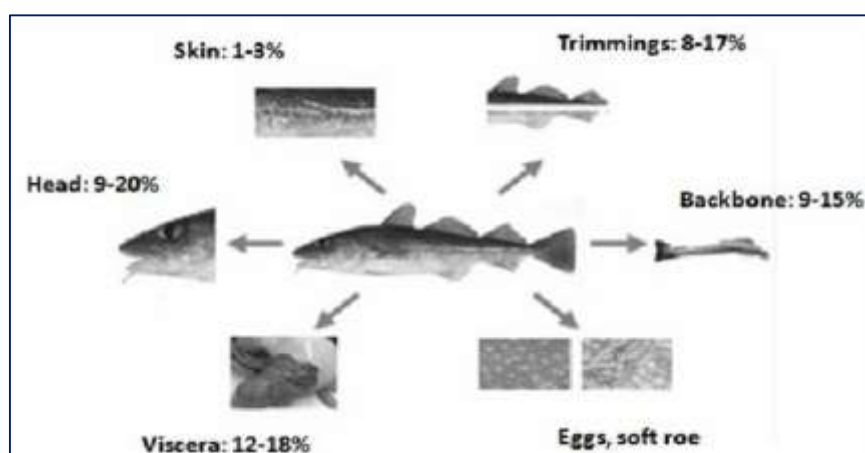


Figura 2. Promedio de los subproductos. Recuperado de Dumay, 2006.

Cuando su destino no es la reducción como harina de pescado se convierten en un problema ambiental en la región, donde un 23% son arrojados al basurero sanitario municipal y 9% son desechados directamente al mar o ríos (Espinosa, 2010).



*Figura 3.* Residuos viscerales de desembarcaderos pesqueros.  
Recuperado de MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, 2016.

### **1.2.3 USOS EN LA INDUSTRIA**

- **HARINA DE PESCADO**

Según Mariño (2017), la harina de pescado es un producto obtenido del procesamiento de pescados (subproductos o desechos), eliminando su contenido de agua y aceite. La harina de pescado es normalmente un polvo o harina marrón compuesto normalmente por entre 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa y entre 10% y 20% de ceniza.

- **ENSILADOS**

El ensilado de pescado puede definirse como un producto semi-líquido, obtenido de los residuos del pescado (vísceras, cabezas y otros). Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando el pH se reduce a valores cercanos a 4, por efecto de la producción o la adición de ácidos. A este pH se impide la descomposición del producto.

- **BIODIESEL**

Según Naranjo y Jiménez (2017), el aceite de pescado se obtiene del procesamiento y prensado de pescados enteros y subproductos de la industria pesquera. Contiene altos porcentajes de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga responsables de su inestabilidad ante la oxidación. En general, son ricos en ácidos grasos omega-3 -triglicéridos y fosfolípidos.

- **ICTIOCOMPOST**

Es el abono orgánico o compost obtenido de la descomposición de los residuos hidrobiológicos provenientes de la actividad pesquera como vísceras, sangre, esqueletos y otros desechos de pescado y de especímenes enteros descartados en otras actividades productivas.

Gildberg (2004), refiere que las vísceras son importantes para la recuperación de enzimas y diversas moléculas con actividad biológica.

### **1.3 PROTEÍNAS**

Según Berg, *et al* (2008), las proteínas son las macromoléculas más versátiles de los seres vivos y desempeñan funciones cruciales en prácticamente todos los procesos biológicos. Funcionan como catalizadores, transportan y almacenan otras moléculas como el oxígeno, proporcionan apoyo mecánico y protección inmunológica, generan movimiento, transmiten impulsos nerviosos y controlan el crecimiento.

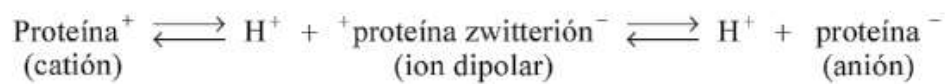
Las proteínas de los peces también poseen propiedades que los hacen buenos agentes de retención de agua, gelificación, fijación de grasa, emulsión y espumación (Xiong, 1997; Kristinsson y Rasco, 2000).

#### **1.3.1 LAS PROTEÍNAS COMO ELECTRÓLITOS**

Según Teijón, *et al* (2011) sostienen que las proteínas son polielectrólitos anfóteros debido a que contienen los grupos amino y carboxilo y que sus propiedades electrolíticas están en función de estos grupos ionizables. Cada cadena abierta de una proteína contiene solo un grupo  $\alpha$ -amino libre y un grupo  $\alpha$ -carboxilo libre, por lo cual su influencia es relativamente pequeña en cuanto a las propiedades electrolíticas. Sin embargo, varios de los aminoácidos componentes de proteína contienen grupos ionizables que no intervienen

en la formación del enlace peptídico. Tal es el caso de la lisina, la arginina la histidina y el ácido glutámico, etc.

Analógicamente al comportamiento de los aminoácidos en solución, las proteínas existen como cationes complejos en solución ácida y, cuando se titulan con álcalis (se aumenta el pH), muestran etapas de disociación de ion  $H^+$ , bien sucesivas o superpuestas, con formación de zwitteriones y, finalmente, aniones proteínicos. Aunque en los procesos de disociación de proteínas intervienen muchos grupos ionizables, de los cuales varios pueden entrar en función simultáneamente, el proceso general puede representarse por una ecuación química, la cual, sin indicación de los números de cargas y de los iones hidrogeno que interviene, puede formularse como sigue:



El pH isoelectrico de una proteína es aquel en el cual la proteína no emigra en un campo eléctrico. A este pH, la proteína existe en una forma de ion dipolar o zwitterión, en el cual las cargas positivas son iguales a las cargas negativas, y la carga neta es cero.

El punto isoiónico de una proteína es el pH al cual el número de iones  $H^+$  disociados de la proteína es igual al número de estos iones que la proteína toma de la solución (Teijón *et al* ,2011).

Los valores de pH isoelectrico e isoiónico son iguales cuando la proteína no se combina con otros iones que la  $H^+$ . En general, en presencia de sales aniones y cationes de la sal se asociaran probablemente en grados algo distintos, con las cargas de la proteína y cambiarán apreciablemente su movilidad en un campo eléctrico y el pH isoelectrico.

Las proteínas actúan como amortiguadores a uno y otro lado del pH isoelectrico. En definitiva, la capacidad amortiguadora de las proteínas se basa en el sistema proteína/proteinato (Teijón *et al* ,2011).

### **1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS POR SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y SU SOLUBILIDAD**

Según Teijón, *et al* (2011) son:

- Albúminas: son solubles en agua y soluciones salinas diluidas. Coagulan con el calor. Precipitan en disoluciones con sulfato amónico a saturación.
- Globulinas: solubles en agua. Coagulan por el calor. Precipitan con sulfato amónico por semisaturación. Solubles en soluciones de ácidos y bases fuertes.
- Glutelinas: solubles en soluciones de ácidos y bases diluidas. Insolubles en disolventes neutros. Coagulan por el calor. Se encuentran en el trigo.
- Prolaminas: solubles en alcohol al 70 a 80%. Insolubles en agua, disolventes neutros y alcohol absoluto. No son coagulables por el calor. Son ricas en prolina, de ahí su nombre.
- Protaminas: solubles en agua y en amoníaco diluido. No coagulan por el calor. Son polipéptidos básicos.
- Histonas: solubles en agua y ácidos diluidos. Insolubles en amoníaco diluido. No coagulan por el calor. Son muy básicas.
- Escleroproteínas: insolubles en agua, soluciones salinas, ácidos y bases diluidos y alcohol. Forman parte de los tejidos de sostén y revestimiento.

### **1.4 RECUPERACIÓN DE PROTEÍNAS: PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA**

La Precipitación isoeléctrica (ISP) es un proceso de recuperación de proteínas que solubiliza y precipita proteínas basándose en su comportamiento isoeléctrico cuando se somete a cambios de pH. El proceso de ISP recupera eficientemente aislamientos de proteína de alta calidad en términos de calidad nutricional y propiedades funcionales de fuentes difíciles de procesar, tales como subproductos de procesamiento de krill, pescado, pollo y carne de vacuno (Chen y Jaczynski, 2007; Gigliotti y Jaczynski 2008; Jaczynski, 2010, Nolsoe y Undeland, 2009a, Taskaya, *et al.*, 2009b, Taskaya *et al.*, 2009c).

El punto isoeléctrico (pI) de las proteínas miofibrilares es de 5,50. La temperatura y el pH influyen en la solubilidad en agua de las proteínas miofibrilares. También son solubles en disoluciones salinas donde la fuerza iónica (IS) excede 0,6 y en soluciones con IS muy bajo por debajo de 0,0002 (Stefansson y Hultin, 1994).

La miosina, el filamento grueso de las fibras musculares y la actina, el filamento fino, se unen para formar actomiosina durante la contracción y la relajación muscular. Cuando se disuelve en soluciones salinas, la miosina y la actina forman espontáneamente este complejo; y por lo tanto, es la forma principal de proteínas musculares solubles en sal. La estabilidad térmica de las proteínas miofibrilares está influenciada por el pH y la IS.

#### **1.4.1 SOLUBILIZACIÓN / PRECIPITACIÓN ISOELÉCTRICA (ISP) Y RECUPERACIÓN DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA MUSCULAR**

El efecto que tiene el pH sobre la solubilidad en agua de las proteínas musculares se conoce desde hace mucho tiempo (Meinke y Mattil, 1973; Meinke *et al*, 1972); Sin embargo, Hultin y Kelleher (1999, 2000) propusieron el proceso de separar proteínas y lípidos usando cambios de pH.

El punto isoeléctrico (pI) es el pH al que una proteína no tiene carga electrostática. En pI, las proteínas no son solubles en agua porque la atracción hidrófoba proteína-proteína es mayor que la atracción electrostática proteína-agua que resulta en precipitación isoeléctrica. Por otra parte, cuando el pH es desplazado lejos de la pI de una proteína, entonces la atracción de proteína-agua y la repulsión electrostática proteína-proteína se favorecen dando lugar a solubilización isoeléctrica. Por lo tanto, la solubilidad / insolubilidad en agua proteica puede ser inducida por solubilización isoeléctrica / precipitación, respectivamente (Gehring *et al*, 2011).

La solubilización / precipitación isoeléctrica (ISP) es un proceso de cambio de pH que induce la solubilidad en agua de las proteínas de la carne. Las proteínas se disuelven, se separan de los lípidos y otros materiales insolubles tales como piel, huesos, escamas, etc. Después de la separación, un cambio de pH posterior induce precipitación de la proteína (Figuras 6). Durante el primer cambio de pH, las proteínas de carne se disuelven a pH ácido o alcalino.

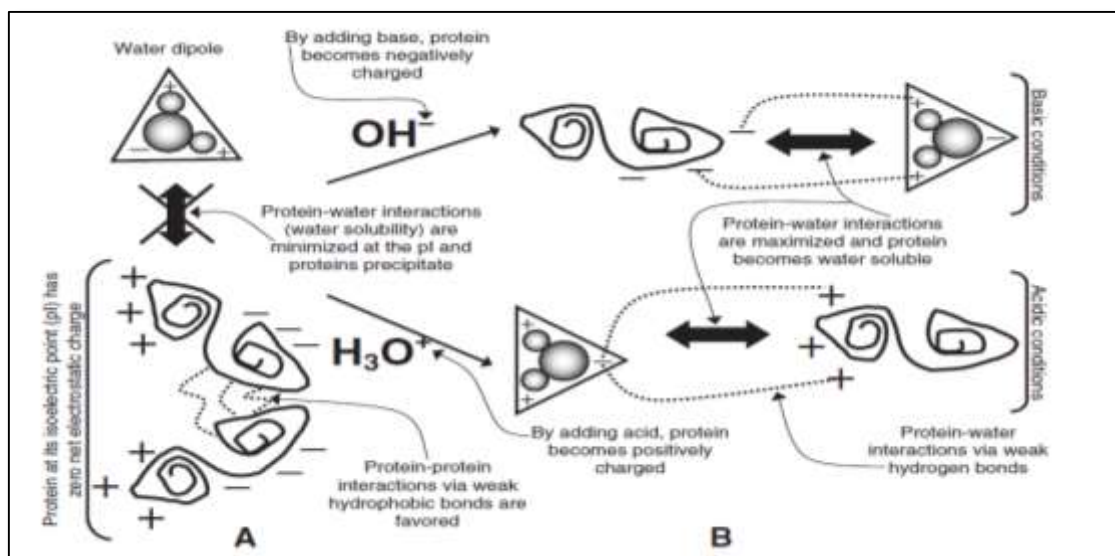


Figura 4. Una proteína en su punto isoelectrico (pI) tiene una carga electrostática nula. A. En su pI, las interacciones proteína-agua están en su mínimo, mientras que las interacciones proteína-proteína a través de enlaces hidrofóbicos débiles están en su máximo, causando precipitación de proteínas. B. Las interacciones proteína-agua prevalecen en condiciones ácidas o básicas lejos de la pI, dando como resultado la solubilidad de la proteína en agua. Recuperado de Gehring et al., 2011

La centrifugación se utiliza para separar los lípidos por flotación (fracción ligera) y otros materiales insolubles (huesos, piel y proteínas del estroma) por sedimentación (fracción pesada) de proteínas de carne disueltas (fracción media) (Matak *et al*, 2015).

Hay varios beneficios significativos de estos procesos en comparación con la extracción química dura y los procesos de hidrólisis y procesamiento de surimi.

Pescados enteros con piel y huesos, y pescados grasos potencialmente pueden ser utilizados en el proceso de solubilización ácido y los procesos de ayuda alcalina porque las proteínas se separan selectivamente y se recuperan de los componentes musculares indeseables. Esto no es factible utilizando un procesamiento típico del surimi sin afectar negativamente de manera significativa las recuperaciones y la calidad (Hultin, 2002).

El procesamiento de surimi convencional conduce a la pérdida de casi toda la proteína sarcoplásmica durante las etapas de lavado, más del 35% de la proteína total. Los lavados múltiples llevan además a la solubilización de las proteínas miofibrilares y consecuentemente a alguna pérdida de estas proteínas también (Lin y Park, 1996).

### 1.4.2 PROCESO DE RECUPERACIÓN DE PROTEÍNAS

La temperatura durante las siguientes cinco etapas de procesamiento se controlan a 1-8°C para minimizar la degradación de proteínas y lípidos (Torres *et al*, 2007)

**Homogeneización** de subproductos: reduciendo el tamaño de partícula permite aumentar el área superficial para la solubilización de proteínas en la siguiente etapa (Torres *et al*, 2007) al someter una suspensión diluida (dilución de 5-9 veces) de tejido muscular finamente homogeneizado (Kristinsson *et al*, 2007)

**Solubilización** de proteínas musculares de pescado a pH ácido o básico: a un pH muy bajo (~ 2.0-3) o un pH muy alto (~ 10.8-11.2) a bajas temperaturas (Kristinsson *et al*, 2007). Este cambio de pH resulta en interacciones hidrófobas proteína-proteína más débil, mayor repulsión de proteína-proteína electrostática y mayor interacción proteína-agua predominante. A medida que las proteínas comienzan a interactuar con el agua, la viscosidad aumenta drásticamente, pero cae cuando las proteínas se vuelven solubles en agua. (Torres *et al*, 2007).

**Centrifugación:** La solubilización de las proteínas musculares, la disrupción de la membrana celular y la dramática disminución de la viscosidad permiten separar las membranas lipídicas celulares de las proteínas solubles por centrifugación (Kelleher y Hultin, 2000), al mismo tiempo quitando sólidos como huesos, escamas y neutro Grasa, que no son deseables en el producto final. A continuación, las proteínas solubles se recogen (Kristinsson *et al*, 2007).

**Precipitación** de proteínas en la fracción de medio por ajuste de pH al pI: se recuperan ajustando el pH a aprox. 5.2-5.5, el pH isoelectrico de la mayoría de las proteínas musculares (principalmente proteínas miofibrilares), haciendo que se agreguen y precipiten para dar un sedimento de proteína (Kristinsson *et al*, 2007).

**Centrifugación** para recuperar las proteínas, que se pueden utilizar como ingrediente alimentario (Torres *et al*, 2007).



## **1.5 GENERALIDADES DEL PAN**

La fabricación del pan es uno de los descubrimientos más importantes de la humanidad, ha representado un papel esencial en el desarrollo del género humano, es una de las principales fuentes de la alimentación de conveniencia, variada y constituye un componente dietético saludable (Kaneko, 2013). Los descubrimientos arqueológicos, muestran que el primer pan consumido por los antepasados, es más probable que haya sido rápido, una mezcla harina con agua y cocido sobre piedras calientes. El pan fermentado se hizo por primera vez por los antiguos egipcios hace más de 5000 años (3000 a.C); Aunque el pan parece un alimento muy simple y básico, la realidad es que su cultura hace que los tipos de pan existentes en el mundo sean muy numerosos y su esencia y estudio constituye todo un arte. La fabricación del pan puede clasificarse por el método directo, método esponja, también por la materia prima y su respectivo diseño (Hui, 2006). Precisamente por su sencillez y su amplio consumo, el pan es adecuado para ser enriquecida y fortificada con ingredientes que pueden traer beneficios para el consumidor en términos de salud (Hathorn et al., 2008). De hecho, hoy en día los consumidores prefieren comer alimentos más saludables con el fin de prevenir las enfermedades no transmisibles (Danza *et al.*, 2014).

### **1.5.1 ENRIQUECIMIENTO DEL PAN**

El enriquecimiento del pan con algún micronutriente esencial perdido durante su procesado industrial, es una medida de salud pública que se adopta en ocasiones por su bajo costo en relación con el importante beneficio reportado para la salud pública. Y Los extractos de proteínas se han convertido en una herramienta valiosa para la elaboración de una amplia variedad de productos (Herrera. P., 2015). Dirigidos principalmente como adición de proteínas complementarias a las de trigo que puedan mejorar el perfil proteico del pan.

Según Donoso y Yañez (1963), realizaron muestras de Pan con sustitución de 6% de harina de pescado, Pan con 6% de harina de pescado + 0,50% 1-lisina y Pan con 12% de leche descremada en polvo, obteniendo 13,9%, 14,2% y 13,2% respectivamente de porcentaje de proteína. También notificaron la aceptabilidad del pan reforzado con un 6 % de harina de pescado.

### 1.5.2 INSUMOS EN PANIFICACIÓN.

En la tabla 2 brevemente se indica la descripción y/o función de los insumos utilizados en la elaboración de pan común.

TABLA 2

*Descripción y/o función de los insumos en panificación.*

INSUMOS	DESCRIPCIÓN Y/O FUNCIÓN
<b>Harina de trigo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aporta azúcares y otros alimentos a la levadura.</li><li>- Forma con el agua una masa elástica que retiene el gas producido por la fermentación.</li></ul>
<b>Agua</b>	<p>Las aguas ligeramente blandas son recomendadas para la panificación.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Necesario para la formación del gluten resultando una masa suave y elástica.</li><li>- Solubilizar todos los ingrediente secos de la masa, haciendo posible su total incorporación, proporciona un vehículo húmedo indispensable para el desarrollo de la fermentación alcohólica ya que al contacto del agua la levadura empieza a actuar.</li><li>- Permite una apropiada hidratación y gelatinización del almidón durante el horneado.</li></ul>
<b>Sal</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fortalece el gluten.</li><li>- Proporciona y resalta el sabor del pan.</li><li>- Inhibe la acción de las bacterias acidas.</li><li>- Modifica el color de la corteza.</li></ul>
<b>Levadura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Producir anhídrido carbónico en cantidad suficiente y el tiempo justo para esponjar la masa y hacerla blanda.</li><li>- Producir un conjunto de compuestos químicos que dan al pan su sabor característico.</li></ul>
<b>Azúcar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Son las fuentes de carbohidratos fermentables para iniciar y mantener la actividad de la levadura durante la fermentación.</li><li>- Proporcionan el rápido desarrollo del color de la corteza.</li><li>- Prolongan el tiempo de vida del pan, gracias a la mayor retención de humedad.</li></ul>
<b>Grasa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Proporcionan una textura y miga más suave y blanda.</li><li>- Mejorar el volumen del producto.</li><li>- Aumenta la conservación del pan.</li><li>- Proporciona una corteza más fina.</li><li>- Produce miga brillante.</li></ul>
<b>Mejorador</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Permite obtener un pan de mejor calidad y de más larga vida, miga más suave, mayor volumen y disminución del tiempo de elaboración del pan.</li></ul>
<b>Proteína de vísceras</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Producto recuperado de vísceras de pescado por solubilización/precipitación isoelectrica, secado y molido.</li><li>- Con alto contenido aceptables de porcentaje proteínas.</li></ul>

*Nota.* Adaptado de “Evaluación de la sustitución parcial de la harina de espárrago en el proceso de elaboración del pan”, por Sanchez, G. 2008. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

## 1.6 PROCESO DE ELABORACIÓN

### 1.6.1 MÉTODOS DE ELABORACIÓN

Se conocen tres métodos para la elaboración de pan, Según Valderrama (1996):

- 1) Método directo: Consiste en mezclar todos los ingredientes en una sola etapa. Tiene la ventaja que requiere, menos trabajo por llevarse a cabo en una sola etapa, así mismo, tiene pérdidas menores porque las fermentaciones se llevan a cabo en menos tiempo.
- 2) Método de esponja: Denominado también método por partes, donde se combina la harina, la levadura y parte del azúcar; dejándose luego reposar en un ambiente tibio hasta observarla burbujeante, entonces esta lista para amasar con el resto de los ingredientes. Los cambios que se producen en la esponja desde el punto de vista de aspecto y sabor son muy definidos; pero químicamente son complejos.
- 3) Método de mezcla batida: Este método es un procedimiento rápido y moderno de elaboración de pan. El procedimiento para mezclar los ingredientes es idéntico al método directo, donde el gluten se desarrolla por batido mecánico en lugar de masajes.

### 1.6.2 FORMULACIÓN DEL PAN

La formulación del pan común, se muestra en la tabla 3.

TABLA 3

*Insumos requeridos en la elaboración de pan común.*

INSUMOS	% en base al peso de la harina.
Harina	100
Agua	50
Manteca	5
Azúcar	2.5
Sal	1.5
Levadura	1.5
Mejorador	0.6

*Nota.* Recuperado de SENATI (2000).

### 1.6.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA MASA

Según Bennion, 1967, comprende:

**Amasado:** La harina se mezcla con agua, levadura y sal, hasta obtener una masa homogénea. Durante el amasado el gluten adquiere su consistencia elástica, debido a la acción del agua sobre las proteínas.

**Fermentación:** Por acción de la levadura se forma CO<sub>2</sub> que hincha la masa. La elasticidad de la masa es responsable de que este gas quede retenido dentro de la masa, formándose pequeñas burbujas en su seno.

Las diastasas de la harina por acción de la levadura se transforman el almidón en dextrina y luego en maltasa. Se presentan otros tipos de fermentaciones como la acética, láctica y butírica que le proporcionan sabor y aroma al pan. El gas al dilatarse por la acción del calor produce los llamados ojos del pan, la coagulación del gluten y la hinchazón del almidón.

La fermentación comprende las operaciones posteriores al amasado, hasta el momento en que el pan ingresa al horno. Es por eso que se ha dividido en tres etapas. (Cepeda, 1991)

- Fermentación de la masa: es la primera fermentación que ocurre entre el final del amasado y el comienzo del corte.
- Fermentación intermedia: esta ocurre entre el corte, boleado y el moldeo. Es llamada fermentación de prueba intermedia.
- Fermentación final: se le conoce también como leudación, la retención del gas es una propiedad de la proteína de la harina; el gluten, a la vez debe ser lo suficientemente extensible para permitir que suba la masa. La proteína debe ser fuerte para evitar que el gas se escape con facilidad”.

**Corte:** al terminar la fermentación la masa se corta en trozos o en tantas porciones de panes que se vayan a elaborar. Se utiliza una máquina cortadora para que las porciones sean homogéneas en tamaño y peso

**Boleado:** también se le conoce a esta operación como redondeado. Las porciones cortadas se hacen una bola compacta. Generalmente esta operación es manual presionando la palma de la mano en forma circular, se realiza con el fin de que los trozos de masa reposen antes de ser formados o moldeados.

**Moldeo:** Las bolas compactadas se extienden con la ayuda de un rodillo o de la laminadora, para extraerle completamente el gas a la masa, se enrolla la masa sobre sí misma asegurando un buen sellado, se continúa dándole la forma que corresponda al tipo de pan que se esté elaborando. Esta operación se adquiere con la práctica y requiere de una gran habilidad manual.

**Leudación o Fermentación final:** esta fermentación ocurre posterior al moldeo, se realiza a una temperatura de 30-35 °C, con una humedad de relativa entre 80-85%, para evitarse el resecamiento de la corteza. Este es un periodo de fermentación acelerada para airear y dar a la masa un buen volumen haciendo que la miga del pan se forme bien y sea pareja.

**Horneado:** La acción del calor, evapora el agua y esta toma consistencia firme.

**Enfriamiento:** terminada la cocción en el horno, el pan se saca y se enfría antes de ser almacenado. Este enfriamiento se realiza sobre las latas en las mesas de trabajo o en bandas transportadoras de cinta o en mesas giratorias ventiladas con aire frío.

**Empaque:** se debe tener algunos cuidados con los panes que se van a empacar: No empacar panes que aun estén calientes con temperaturas de 27-30 °C. Emplear bolsas de polietileno que no tengan polímeros tóxicos.

**Almacenamiento:** el almacenamiento del pan se debe realizar en bodegas o locales con buena ventilación, amplios, cuidando siempre la temperatura, ya que a mayor temperatura, mayores serán las mermas del pan.

#### 1.6.4 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL PAN.

TABLA 4

*Características fisicoquímicas de pan*

PRODUCTO	PARAMETRO	LIMITES
Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Humedad	23% (mín.) – 35% (máx.)
	Acidez	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua

*Nota.* Recuperado de MINSA 2010.

TABLA 5

*Características microbiológicas del pan.*

**Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, prepizzas, otros).**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Escherichiacoli (*)	6	3	5	1	3	20
Staphylococcusaureus (*)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Clostridiumperfringens (**)	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Salmonella sp. (*)	10	2	5	0	AUSENCIA	-
					/25g	
Bacilluscereus (***)	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>

(\*) Para productos con relleno (\*\*) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales (\*\*\*) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz

*Nota.* Recuperado de MINSA 2010.

## **1.6.5 EVALUACIÓN SENSORIAL**

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

Según González (2009), estos Estímulos son comparados en el cerebro con estímulos almacenados durante experiencias previas, y son transformados posteriormente en conceptos que permiten al ser humano avaluar y emitir un juicio acerca de la calidad sensorial de un producto.

Según Ureña y D’ Arrigo (1999), refieren que la evaluación sensorial constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del mejor desenvolvimiento de las actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al comercio, la hace, sin duda alguna, la coparticipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación. La evaluación sensorial está constituida por dos procesos: el análisis sensorial y análisis estadístico; mediante el primero se obtienen las apreciaciones de los jueces a manera de datos que serán posteriormente transformados y valorados por el segundo, dándole con ello la objetividad deseada.

### **1.6.5.1 Propiedades Sensoriales**

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas propiedades (atributos) que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

#### **1.6.5.1.1 Color**

El color es la cualidad de la sensación provocada en la retina de un observador por ondas luminosas. El cual resulta de la interacción de la luz en la retina y un componente físico que depende de las características de la luz (Sancho, 2002).

Gonzales y Palacios (2016) refieren que es necesario tener en cuenta que el color interfiere significativamente en evaluaciones sensoriales de sabor y textura. Un color desagradable puede ser asociado por los jueces, inconscientemente, con un sabor o una textura desagradable, alterando entonces sus respuestas para dichas propiedades.

#### **1.6.5.1.2 Olor**

El olor es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles liberados en los alimentos u objetos (Anzaldúa, 1994).

#### **1.6.5.1.3 Sabor**

El sabor de los alimentos es el resultado de la percepción de los estímulos gustativos, esta es causada por presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca.

Al respecto Gonzales y Palacios (2016) indican que el sabor resulta de la combinación de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto y textura, por lo que su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

#### **1.6.5.1.4 Textura**

Propiedad organoléptica que resulta de la disposición y combinación entre sí de elementos estructurales y diversos componentes químicos, dando lugar a micro y macro estructuras, definida por diversos sistemas fisicoquímicos. Conjunto de atributos que son apreciados por los sentidos de la vista, el tacto, el oído, y que hacen referencia a la impresión percibida de su peculiaridad física, en cuanto resultado de una deformación sufrida por el alimentos. En cierto modo viene a ser una manifestación del modo como son estimulados los receptores mecánicos de la boca durante la degustación del producto (Bello, 2000).

#### **1.6.5.2 Tipos de Jueces**

Existen varios tipos de panelistas de acuerdo al estudio que se esté realizando: panelistas expertos, panelistas entrenados, panelistas de laboratorio y panelistas consumidores, estos deben cumplir con algunos requerimientos, que son importantes para obtener excelentes resultados de acuerdo a los objetivos trazados. Al respecto Quispe (2012), define los siguientes tipos de jueces:



#### **1.6.5.2.1 Juez Experto**

Es una persona que tiene gran experiencia en probar un determinado tipo de alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento.

#### **1.6.5.2.2 Juez entrenado**

Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular. Además suele realizar pruebas sensoriales con cierta periodicidad. Estos jueces se emplean para pruebas sensoriales descriptivas o para pruebas discriminativas complejas, como el de comparaciones múltiples o las pruebas de ordenamiento.

#### **1.6.5.2.3 Juez semientrenado o de laboratorio**

Es una persona que ha recibido entrenamiento teórico similar al del juez entrenado, realiza pruebas sensoriales con frecuencia y posee suficiente habilidad, pero que generalmente participa en pruebas discriminatorias sencillas, las cuales no requieren de una definición muy precisa de términos o escalas.

#### **1.6.5.2.4 Juez consumidor**

Es una persona tomada al azar, ya sea en la calle, o en una tienda, escuela etc., se la debe emplear solamente para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas.

### **1.6.5.3 Pruebas sensoriales**

Según CIAL (2011), se clasifican en tres grupos:

- Afectivas
- Discriminativas
- Descriptivas

#### **1.6.5.3.1 Pruebas afectivas**

Son pruebas subjetivas en las que los jueces expresan su reacción particular ante un producto (si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si prefiere uno u otro...).

Tipos de pruebas afectivas:

- **Pruebas de preferencia.** Se trata de conocer si el juez prefiere una muestra sobre otra. Se presentan dos muestras y se le pregunta al juez cual prefiere. Los resultados se evalúan mediante tablas de significación estadística.
- **Pruebas de grado de satisfacción.** Se aplican cuando el número de muestras es mayor que 2 o cuando se desea obtener mayor información sobre el producto. Se utilizan escalas hedónicas (miden sensaciones agradables y desagradables) que pueden ser verbales o gráficas.
- **Pruebas de aceptación.** Mide el deseo de una persona de adquirir un producto, además de su preferencia por él y su grado de satisfacción. Se realizan mediante cuestionarios complejos que contiene preguntas sobre el nivel socio-economico cultural del juez, además de la pregunta sobre su disposición a adquirir el producto evaluado.

#### **1.6.5.4 Tipos de análisis**

Según Barda (2015), refiere tres grandes grupos: análisis descriptivo, análisis discriminativo y del consumidor.

##### **1.6.5.4.1 Análisis descriptivo**

Consiste de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). “Es el más completo. Para la primera etapa tratamos de ver que nos recuerda y como se describe cada olor (por lo general usamos sustancias químicas).

A medida que transcurre el entrenamiento, la persona reconoce ese olor e inmediatamente lo describe. En esa fase se comienza a trabajar con el producto que será objeto de la evaluación, y se desarrolla un vocabulario de ocho o quince palabras para describirlo. En tanto, la segunda parte está basada en aprender a medir.

##### **1.6.5.4.2 Análisis discriminativo**

Es utilizado para comprobar si hay diferencias entre productos, y la consulta al panel es cuanto difiere de un control o producto típico, pero no sus propiedades o atributos.

#### **1.6.5.4.3 Test del consumidor y sus diferencias con respecto a 1 y 2**

También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluaciones no entrenadas, y la pregunta es si les agrada o no el producto. “el consumidor debe actuar como tal. Lo que si se requiere, según la circunstancia, es que sea consumidor habitual del producto que está en evaluación”. Contrariamente, a los evaluadores que realizan control de calidad nunca se les consulta si el producto es de su agrado. “tiene que decir si son distintos, si no difieren, si son dulces, si son amargos. El hedonismo se deja aparte, porque ellos actúan como un instrumento de medición”.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

La presente investigación se desarrolló durante los meses de Mayo del 2017 hasta Setiembre del 2017; en los laboratorios de Bromatología y Microbiología - Facultad de Ciencias Biológicas, laboratorio de Fisicoquímica y Panadería -Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

### **2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **2.2.1 POBLACIÓN**

5 Kg de vísceras de pescado (peso total de jurel: 554gr., peso de vísceras: 89.83gr (16.21%)), adquirida a las 12:30 a.m. en la Playa Pimentel, Kilómetro 766 de la Panamericana Norte Lambayeque, Perú.

#### **2.2.2 MUESTRA**

3 kg de vísceras (hígado, corazón, estómago, riñón y gónadas), divididas en 30 muestras de 100gr.

### **2.3 MUESTRAS Y MATERIALES**

#### **2.3.1 MUESTRAS**

- Vísceras de pescado (hígado, corazón, estómago, riñón y gónadas)
- Proteína recuperada de vísceras

#### **2.3.2 INSUMOS Y ADITIVOS**

- Agua potable
- Harina de trigo
- Manteca
- Levadura
- Sal
- Azúcar
- Mejorador

#### **2.3.3 MATERIALES**

- 30 balde (vol. 1L)
- Cuchillos

- Tubos de plástico para centrifuga
- Capsula de porcelana
- Crisol de porcelana
- Desecador con sílica gel
- Bagueta
- Embudo de vidrio
- Bureta 50 ml
- Pipetas 1.5,10 ml
- Probeta 25,100,250 ml
- Beacker de 100,250,500 ml
- Fiola de 250, 500ml
- Matraces Erlenmeyer 250 ml
- Cintas de pH
- Bolsas de polietileno

#### **2.3.4 EQUIPOS**

- Balanza EXCELL BH:150,Capacidad:150g, Div: 0.005g
- Cocina eléctrica marca FINEZZA
- Equipo soxhlet
- Equipo kjeldahl
- Equipo de titulación
- Mufla marca Ney modelo Vulcan 550
- Estufa de secado Memmert UNB 400, Capacidad: 53L, Rango de temperatura: 20 a 200°C y Precisión de 0.5°C
- Baño María P/S THELCO Model 82, Rango de temperatura: 10 a 100°C, Volts: 210
- Centrifuga
- Licuadora marca IMACO
- Amasadora sobadora a espiral NOVA, Modelo: N 25, Capacidad: 40 Kg.
- Divisora cortadora manual NOVA, Modelo 30, Capacidad: 3 Kg. Peso: 170 Kg.
- Horno/Fermentador de masa MAX 500 NOVA
- Horno de pan MAX 750 NOVA

### **2.3.5 REACTIVOS**

- Ácido sulfúrico concentrado
- Éter etílico (Q.P)
- Fenolftaleína sol. 1%
- Ácido clorhídrico 2M
- Hidróxido de sodio 2M
- Sulfato de potasio (Q.P)
- Sulfato cúprico (Q.P)
- Agua destilada
- Rojo de metilo

### **2.4 MÉTODOS**

#### **3.4.1 DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS**

##### **1. PARA PROTEÍNA**

En la Playa Pimentel, kilómetro 766 de la Panamericana Norte, se obtuvo una población de 5 Kg de vísceras de pescado (agallas, corazón, hígado, estomago, intestinos, riñón, vejiga natatoria y gónadas) procedentes de: suco, jurel, caballa. Fueron trasladados en un material de tecnopor (poliestireno expandido) en forma de caja, el cual contenía trozos de hielo, para conservar frescas las vísceras de pescado. Se ingresó a las instalaciones del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Biológicas- UNPRG, donde selecciono una muestra de 3 Kg de vísceras que lo conformaban: corazón, hígado, estomago, riñón y gónadas; se les procedió a lavar, y en el caso del estómago se partió y desecho lo que contenía con agua a chorro.

La muestra de vísceras se fragmento en una licuadora, para facilitar el proceso de extracción, posteriormente se dispuso en baldes (1L) divididas en 30 muestras de 100 g cada una.

##### **2. PARA PAN**

La proteína recuperada de las vísceras de pescado fue tamizada con la ayuda de un mortero de porcelana, obteniéndose un polvo fino, permitiendo que la etapa de mezclado sea uniforme en la elaboración de pan, reflejándose en la textura del producto final. Con la proteína recuperada se desarrollaron cuatro formulaciones (F1, F2, F3, F4), empleadas para elaborar pan común tipo francés; se mostrara en la Tabla 7.

### 3.4.2 DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNAS

Para establecer el proceso de recuperación de proteínas de vísceras de pescado por medio del método de precipitación isoelectrónica, se presenta a continuación las siguientes etapas del proceso Fig. 5.

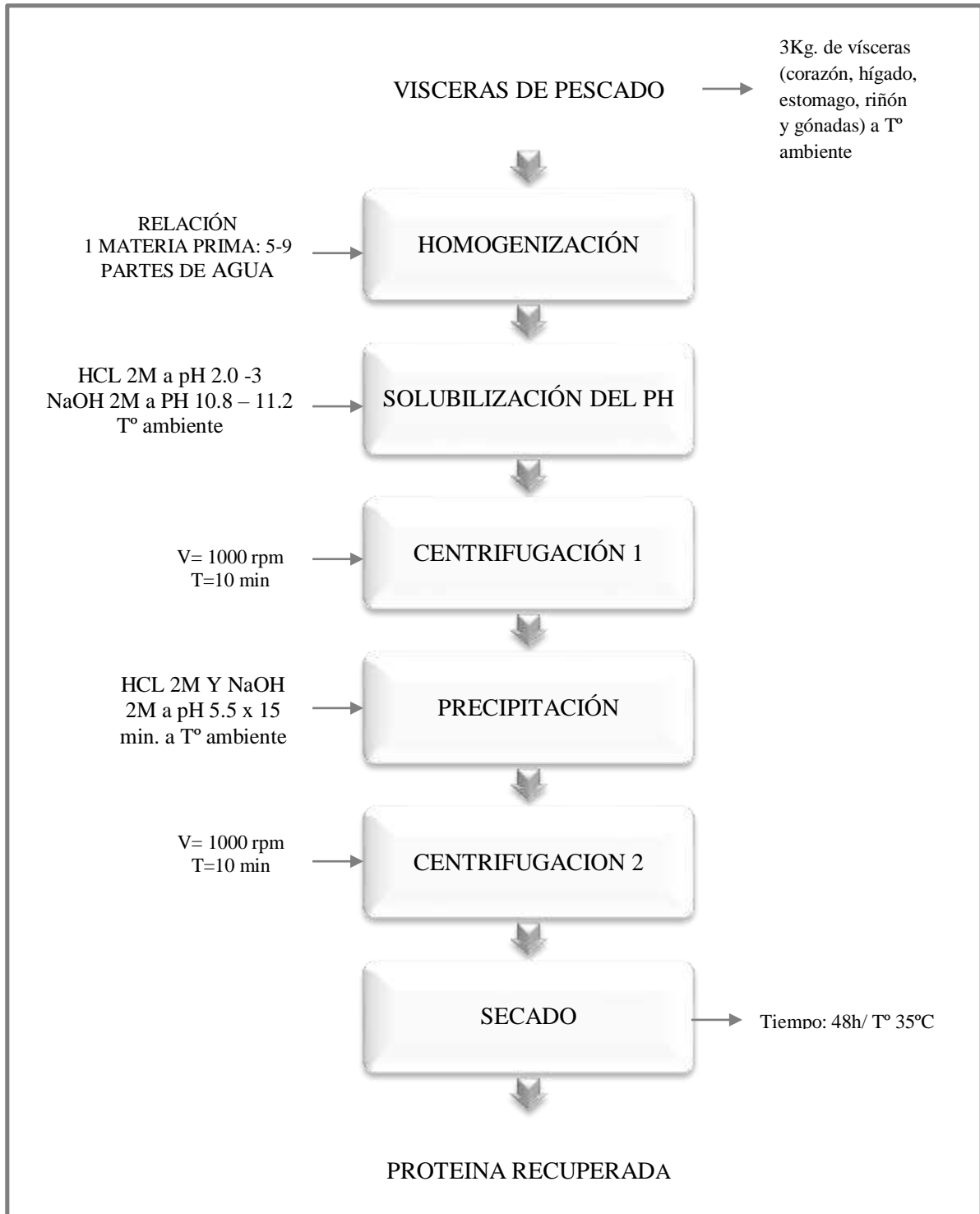


Figura 5. Flujo del proceso de recuperación de proteína. Elaboración propia, 2017.

### 3.4.2.1 Descripción del proceso de recuperación de proteínas por medio del Método de Precipitación Isoeléctrica.

#### ○ **Materia prima**

Recepción de 3 kg de vísceras de pescado, previamente seleccionados (corazón, hígado, estomago, riñón y gónadas), lavados, fragmentados y distribuidos en 30 muestras de 100g cada una.

#### ○ **Homogenización**

Las 30 muestras fueron diluidas en una proporción de 1:5-9 (vísceras de pescado/ agua potable), cada una según su pH de Solubilización y removida por 15 minutos.

#### ○ **Solubilización**

Para cada muestra de vísceras de pescado diluida se llevó al pH de Solubilización con HCl 2M y NaOH 2M, como se muestra a continuación en la tabla 6.

TABLA 6

*Total de muestras de vísceras de pescado según su pH de Solubilización.*

pH	HCL 2M			NAOH 2M		
	2	2.5	3	10.8	11.0	11.2
DILUCION	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7
	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8
	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

#### ○ **Centrifugación 1**

Se centrifugo a 1000 revoluciones por 10 minutos cada muestra; donde la proteína soluble se recogió y parte del neutro Grasa se eliminó, el cual no es deseable en el producto final.

#### ○ **Precipitación**

Las proteínas solubles se recuperaron ajustando el pH a aprox. 5.5, para ello se tomó en cuenta que las muestras solubilizadas inicialmente con HCl se le ajusto el pH con NaOH y viceversa.

#### ○ **Centrifugación 2**

Se centrifugo nuevamente a 1000 Rev. /10 min., donde se obtuvo un sedimento proteico.

#### ○ **SECADO**

El sedimento proteico se puso a secar en una estufa a 35°C por 48 horas.



### 3.4.3 DE PREPARACIÓN DE PAN

En la elaboración de pan enriquecido con proteína de pescado, se tiene una serie de etapas, las cuales se observan en la figura 6.

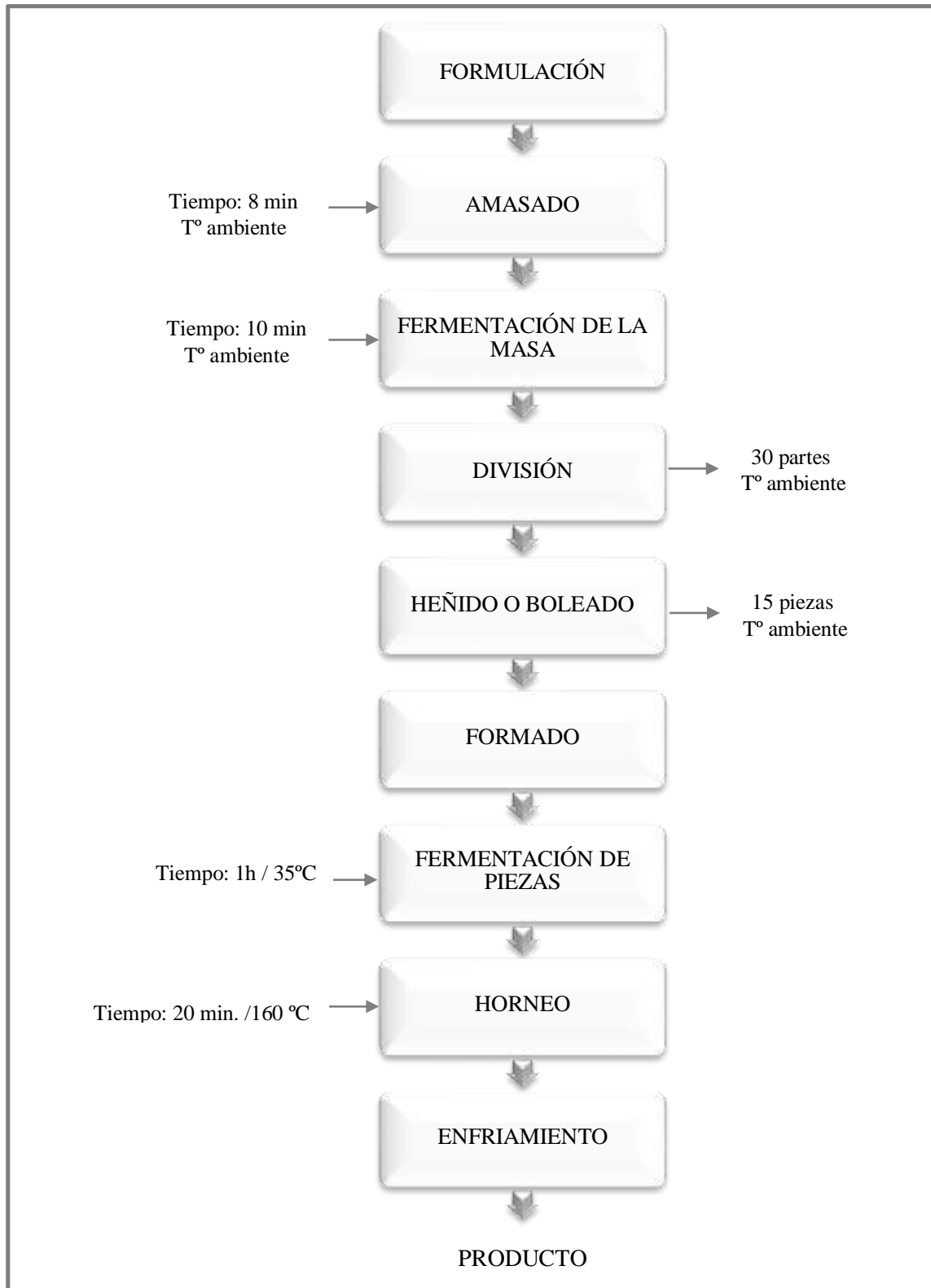


Figura 6. Etapas de elaboración de pan común tipo francés. Fuente: Elaboración propia, 2017.

### 3.4.3.1 Descripción del proceso de elaboración de Pan Común tipo Francés.

#### ○ **Formulación**

Se formuló en función de los ingredientes y la variedad de pan que se elaboró, a continuación se muestra en la Tabla 7.

TABLA 7

*Relación harina/proteína en la elaboración de pan*

<b>FORMULACION EMPLEADA EN LA ELABORACION DE PAN TIPO FRANCÉS</b>				
<b>F0</b>	<b>F4</b>	<b>F3</b>	<b>F2</b>	<b>F1</b>
<b>Pan testigo</b>	<b>Pan con 3%</b>	<b>Pan con 4%</b>	<b>Pan con 5%</b>	<b>Pan con 10%</b>
Proteína: 0g	Proteína: 15g	Proteína: 20g	Proteína: 25g	Proteína: 50g
Harina: 500g	Harina: 485g	Harina: 480g	Harina: 475g	Harina: 450 g
Manteca: 25g	Manteca: 25g	Manteca: 25g	Manteca: 25g	Manteca: 25g
Agua: 250ml	Agua: 250ml	Agua: 250ml	Agua: 250ml	Agua: 250ml
Levadura: 7.5g	Levadura: 7.5g	Levadura: 7.5g	Levadura: 7.5g	Levadura: 7.5g
Azúcar: 12.5g	Azúcar: 12.5g	Azúcar: 12.5g	Azúcar: 12.5g	Azúcar: 12.5g
Sal: 7.5g	Sal: 7.5g	Sal: 7.5g	Sal: 7.5g	Sal: 7.5g
Mejorador: 3g	Mejorador: 3g	Mejorador: 3g	Mejorador: 3g	Mejorador: 3g

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

#### ○ **Amasado**

Proceso donde se integran todos los ingredientes hasta obtener una masa viscoelástica y se realizó con la ayuda de la máquina amasadora sobadora a espiral, durante 8 min.

#### ○ **Fermentación de la masa**

La etapa de fermentación se realizó en una sola masa, antes de la división. Donde la levadura empieza a alimentarse, multiplicarse y producir ácidos orgánicos, finaliza cuando la masa ha duplicado su volumen, aproximadamente en 10 min.

#### ○ **División**

Fase donde la masa se divide en piezas, con la ayuda de una máquina divisora cortadora manual; no se realiza excesos de cortes a la masa, para conservar las burbujas de aire en la misma.

- **Boleado**

Las piezas obtenidas se le dieron la forma de “bola”, se realizó a mano obteniéndose una masa con forma uniforme y una capa lisa en el exterior, fueron un total de 15 piezas, y se les dieron un tiempo de 8 min de reposo.

- **Fermentación de piezas**

En esta fermentación se busca incrementar el volumen de la masa boleada y formada, se desarrolló en una maquina fermentadora a 35°C durante 1 hora.

- **Horneo**

Es la cocción de la masa fermentada, donde las enzimas se inactivan y se evapora una fracción del agua contenida en la masa, como resultado el cambio de color de la corteza del pan, se lleva a cabo en un horno a 160 °C durante 20 min.

- **Enfriamiento**

Se realiza a temperatura ambiente para permitir la evaporación del exceso de humedad del pan.

### 3.4.4 DE ANÁLISIS

#### 1. PARA PROTEÍNA

##### 1.1 Análisis Fisicoquímico

El principio del análisis físicoquímico aplicado a la proteína recuperada de las vísceras de pescado (hígado, corazón, estómago, riñón y gónadas), se muestra a continuación:

TABLA 8

*Principio de los análisis fisicoquímicos*

CÓDIGO	TÍTULO	PRINCIPIO
AOAC 981.10	Proteína	El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formando sulfato de amonio, se descompone por alcalinización con hidróxido de sodio y destilación del amoníaco liberado, captándolo en una solución ácida. Finalmente se realiza una valoración del amoníaco con HCL.

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

## 2. PARA PAN

### 2.1 Análisis Físicoquímico

El principio del análisis físicoquímico aplicado al pan sustituido parcialmente con proteína, se muestra a continuación:

TABLA 9

*Principio de los análisis físicoquímicos*

CÓDIGO	TÍTULO	PRINCIPIO
Silva et al, 2010	Determinación de corteza y miga	Se basa en pesar un pan entero o fracción de este, obteniéndose así la cantidad de miga, relacionar a 100 el resultado obtenido.
AOAC 934.01	Humedad	Se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa.
AOAC 923.03	Ceniza	Se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo
AOAC 981.10	Proteína	Se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formando sulfato de amonio, se descompone por alcalinización con hidróxido de sodio y destilación del amoníaco liberado, captándolo en una solución ácida. Finalmente se realiza una valoración del amoníaco con HCL.
AOAC 960.39	Grasa	Se somete a una extracción con éter de petróleo, realizándose la extracción total de materia grasa libre por Soxhlet.
AOAC 962.09	Fibra	Se basa en la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas.
Cálculo por diferencia de componentes	Carbohidratos	Se determinó restando de 100, los porcentajes de humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra cruda.

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

## 2.2 Análisis Sensorial

Las cuatro formulaciones de 10%,5%,4% y 3% en pan a base de la proteína recuperada de vísceras de pescado (hígado, corazón, estómago, riñón y gónadas), fueron analizadas sensorialmente y así poder determinar la formulación que esté de acuerdo con el grado de aceptabilidad de los panelistas; estuvo conformado por 16 panelistas de ambos sexos, a los cuales se le hizo entrega de una ficha de evaluación sensorial (Anexo 1), evaluándose las cuatro muestras, cada una con sus respectivas codificaciones, a través de una escala hedónica de 5 puntos; analizando su olor, sabor, color y textura. Cada muestra se presentó en platos descartables, previamente se dividió la muestra por la mitad, con grosor y peso semejante, cada una separadas independientemente, con su respectiva codificación.

TABLA 10

*Códigos utilizados en la evaluación sensorial del producto*

NUMERO DE PANELISTAS	CODIFICACIÓN PARA CADA FORMULACIÓN			
	F1	F2	F3	F4
	Harina: 90% Proteína:10%	Harina: 95% Proteína:5%	Harina: 96% Proteína:4%	Harina: 97% Proteína:3%
<b>16</b>	<b>154</b>	<b>245</b>	<b>216</b>	<b>349</b>

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

## 2.3 Análisis Microbiológico

Mediante los servicios del Laboratorio de Microbiología- UNPRG, se realizaron los análisis correspondientes, a continuación:

TABLA 11

*Análisis microbiológico*

CÓDIGO	TÍTULO	CONCEPTO
<b>RM N° 1020- 2010/MINSA.</b>	<i>Mohos y levaduras</i>	Si bien, el horneado es una etapa en donde se eliminan tanto mohos como levaduras. El pan debido a sus características fisicoquímicas es susceptible de ser deteriorado por hongos (mohos y levaduras) y bacterias.
	<i>Eschericia coli</i>	
	<i>enteropatógena</i>	
	<i>Staphilococcus aureus</i>	
	<i>Bacterias coliformes</i>	
	<i>Salmonela.</i>	

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 DE PROTEÍNA

##### 3.1.1. Resultados del Análisis Físicoquímico de la Proteína Recuperada según el efecto del pH de Solubilización.

A continuación en la tabla 12 se presentan los resultados del porcentaje de proteína recuperada de vísceras de pescado según el efecto del pH (2, 2.5, 3) de Solubilización.

TABLA 12

*Porcentaje de proteína recuperada de vísceras de pescado según el efecto del pH*

Dilución	pH de extracción		
	2	2.5	3
1:5	28.00%	37.13%	49.88%
1:6	46.38%	58.50%	37.63%
1:7	42.00%	43.75%	33.25%
1:8	31.50%	48.13%	36.75%
1:9	39.38%	52.63%	42.88%

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

En la tabla 13 se presentan los resultados del porcentaje de proteína recuperada de vísceras de pescado según el efecto del pH (10.8, 11, 11.2) de Solubilización.

TABLA 13

*Porcentaje de proteína recuperada de vísceras de pescado según el efecto del pH.*

Dilución	pH de extracción		
	10.8	11	11.2
1:5	41.13%	38.50%	36.75%
1:6	38.50%	34.13%	32.38%
1:7	35.88%	33.75%	30.63%
1:8	31.95%	32.78%	29.78%
1:9	36.25%	35.62%	31.47%

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

Se evaluaron los resultados del porcentaje de proteína recuperada en pH ácido y pH básico, de los datos obtenidos el mayor porcentaje de recuperación de proteínas se encontró en el pH 2.5 a disolución 1/6 (vísceras de pescado/agua), por lo que se realizó tres repeticiones bajo los mismos parámetros mencionados, obteniéndose los

siguientes resultados tal como se muestra en la Tabla siguiente<sup>14</sup>, el mayor porcentaje de recuperación de proteínas se empleó para la elaboración de pan enriquecido.

TABLA 14  
*Porcentaje de proteína recuperada de vísceras*

<b>pH</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>2.5</b>	M1=61.85 %
	M2=60.16%
	M3= 59.31%

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

## 3.2 DE PAN

### 3.2.1 Resultados del Análisis Fisicoquímico del Pan Enriquecido con proteína de pescado

En la siguiente Tabla 15 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos del pan enriquecido con la proteína recuperada de las vísceras de pescado.

TABLA 15

*Análisis fisicoquímicos del pan enriquecido según su formulación*

<b>RESULTADOS DEL ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>					
<b>Conceptos</b>	<b>Pan al 0%</b>	<b>Pan al 3%</b>	<b>Pan al 4%</b>	<b>Pan al 5%</b>	<b>Pan al 10%</b>
Cantidad	15	15	15	15	15
Peso	43.63g	46.41	46.83	47.18g	49.77g
%Corteza	21	22	22.5	23.3	26
%Miga	79	78	77.5	76.7	74
%Proteína	12.77	17.53	18.34	18.66	20.12
%Humedad	28.80	27.57	27.58	27.60	27.70
%Grasa	3.80	4.63	4.71	5.10	6.70
%Ceniza	2.14	2.32	2.35	2.40	2.78
%Fibra	1.25	1.3	1.3	1.3	1.3
%Carbohidratos	51.24	46.65	45.72	44.94	41.40

*Nota.* F0: pan testigo, F1: pan al 10%, F2: pan al 5%, F3: pan al 4%, F4: pan al 3%. Elaboración propia, 2017.

### 3.2.2 Resultados del Análisis Sensorial del Pan Enriquecido con proteína de pescado

A continuación en la Figura 7 se ilustran los promedios de los atributos para cada formulación de la evaluación sensorial del pan enriquecido (10%, 5%, 4%, 3%) de proteína recuperada, representados por las formulaciones 1, 2, 3 y 4; cada grafico se desarrolló con la escala hedónica empleada (Anexo1) y los 18 panelistas, evaluaron cada uno de los atributos estudiados (color, olor, sabor, textura).



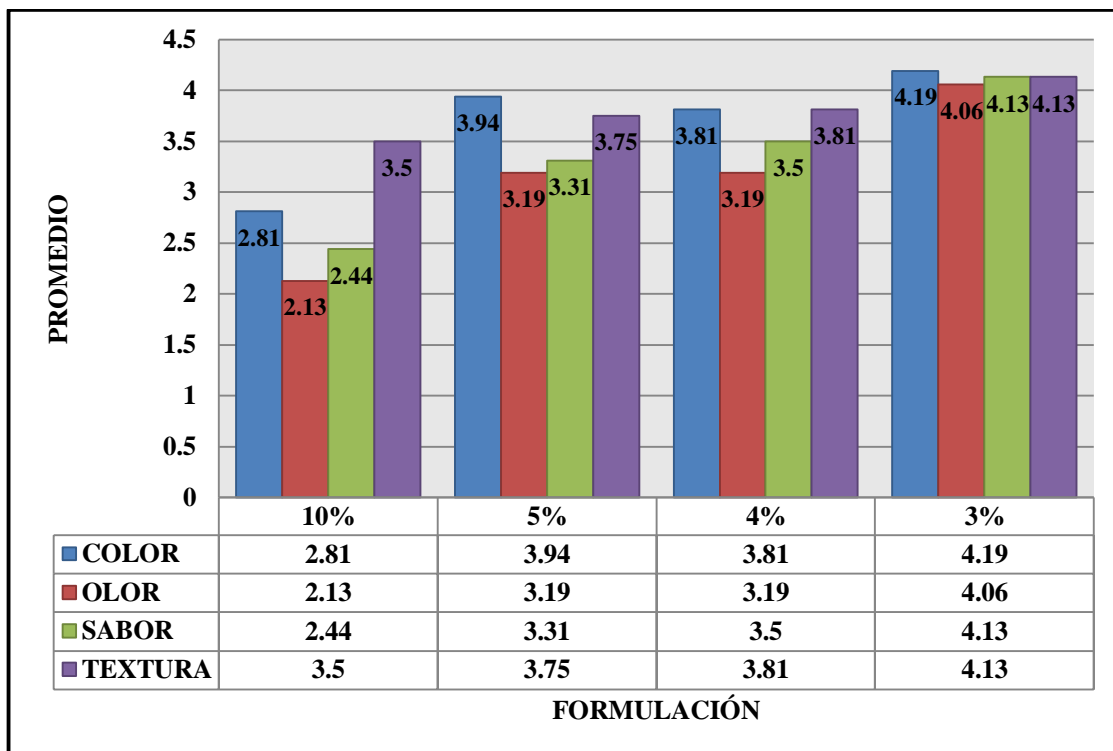
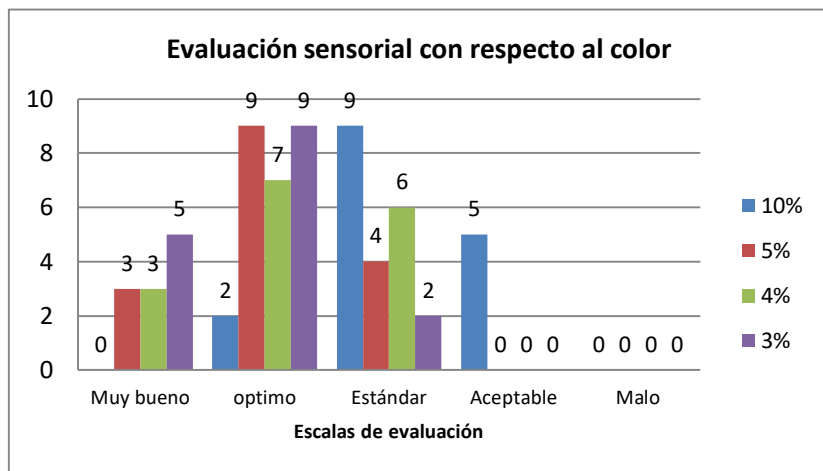


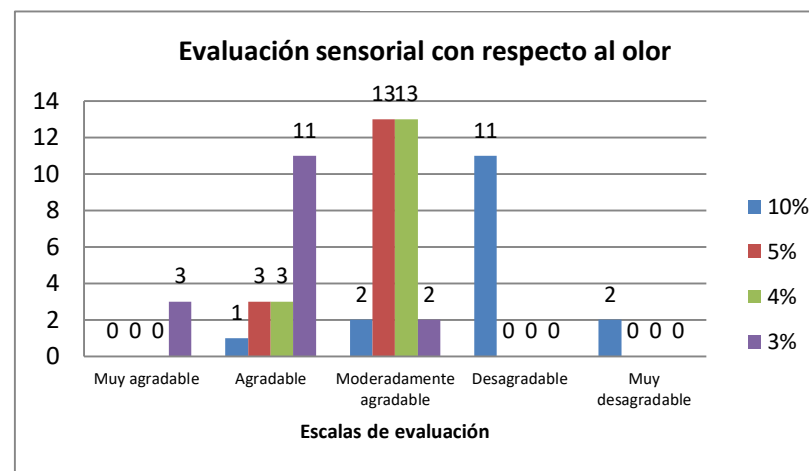
Figura 7. Promedio de atributos para cada formulación. Nota. Elaboración propia, 2017.

En la figura 11 se ilustran los resultados obtenidos por atributo encontrado en los Anexos 2 y 3.

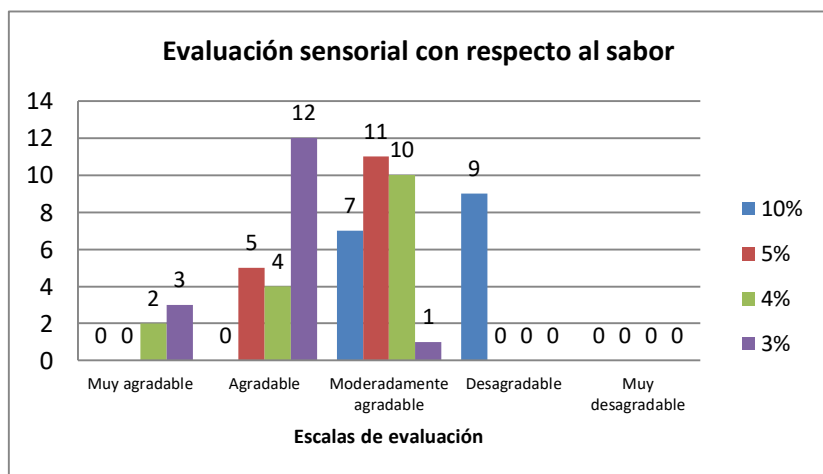
A)



B)



C)



D)

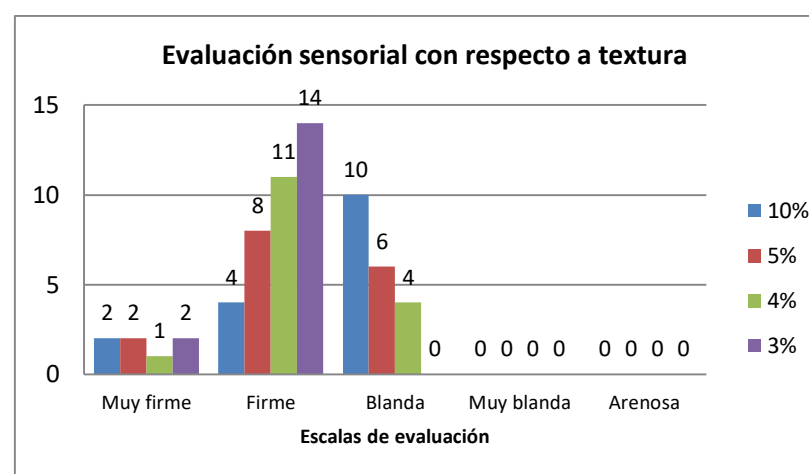


Figura 8. Resultados de la evaluación de los atributos color, olor, sabor y textura. Nota. Elaboración propia, 2017.

### 3.2.3 Resultados del Análisis Microbiológico del Pan Enriquecido con proteína de pescado

A continuación en la Tabla 16 se presentan los resultados microbiológicos de los panes enriquecidos analizados 48 horas después de su elaboración.

TABLA 16

*Análisis microbiológico del pan enriquecido con proteína*

ANÁLISIS	REQUERIDO	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
Numeración de bacterias <i>coliformes</i> a 30°C	n=5	<2NMP/g	Rango aceptable
	c=2	<2NMP/g	conforme
	m=10 <sup>2</sup>	<2NMP/g	
	M=10 <sup>3</sup>	<2NMP/g	
Determinación de mohos y levaduras contaminantes	n=5	<2NMP/g	Rango aceptable
	c=2	<2NMP/g	conforme
	m=10 <sup>2</sup>	<2NMP/g	
	M=10 <sup>2</sup>	<2NMP/g	
Numeración de <i>staphylococcus aureus</i>	n=5	Ausentes	Conforme
	c=2	Ausentes	
	m=10	Ausentes	
	M=10 <sup>2</sup>	Ausentes	
Detección de <i>eschericia coli enteropatogena</i> en 25g	n=5	Ausentes	Conforme
	c=2	Ausentes	
	m=10	Ausentes	
	M= -	Ausentes	
Detección de <i>salmonella</i> en 25g	n=5	Ausentes/ 25g	Conforme
	c=2	Ausentes/ 25g	
	m=10	Ausentes/ 25g	
	M= -	Ausentes/ 25g	

*Nota. Laboratorio microbiología – F.CC.BB, 2017.*

El tratamiento térmico del pan explica la baja población microbiana.

#### IV. DISCUSIÓN

- Usando el proceso de solubilización y precipitación isoeléctrica el porcentaje de proteína recuperada fue de 61.85%; este valor es similar a los datos de solubilización y precipitación proteica para las vísceras de abadejo (61.6%, 30 °C) y salmón (47.4%), según Bechtel (2003). Bechtel et al., (2010) en una investigación posterior, obtuvo un valor de recuperación para las vísceras de 48,7% ( $P < 0,05$ ); siendo un porcentaje bajo comparado al que obtuvimos (Tabla 14), ello podría ser debido al efecto del pH de solubilización que se empleó para la recuperación de proteínas en las vísceras de pescado.
- Michelsen et al., en 2004, obtuvo una recuperación de proteínas de vísceras de salmón de 10,6%; este valor es bajo comparado a los que se encuentran detallados en la Tabla 12 y Tabla 13, de 28% y 29.78% de proteína pH 2.5 y pH 11.2 respectivamente; además, siendo estos considerados dentro del proceso recuperación valores bajos, en comparación al 61.85% a pH 2.5 (Tabla 14), que se obtuvo en el presente trabajo de recuperación de proteína de vísceras de pescado. Ello debido a que empleamos tres tipos diferentes de especie de pescado para la recuperación de proteínas de las vísceras, y con contenido de proteínas en vísceras de 22.75%, Rasekh, (1982) (como se citó en Montoya y Vidaurre, 2017), menciona que la cantidad de proteína en el pescado varía de especie a especie e incluso, dentro de ellas misma. Esta diferencia es causada por la variabilidad de sus hábitos alimenticios, y como ya se discutió también por el contenido de grasa y agua, entre otros según, Dean, (1990).
- Según Donoso y Yañez, (1963), quienes realizaron muestras de Pan con sustitución de 6% de harina de pescado, Pan con 6% de harina de pescado + 0,50% 1-lisina y Pan con 12% de leche descremada en polvo, obtuvieron 13,9%, 14,2% y 13,2% respectivamente de porcentaje de proteínas; siendo estos valores bajos comparado al que obtuvimos en el presente trabajo de 20.12%, 18.66%, 18.34% y 17.53% de proteína en el pan con sustitución al 10%, 5%, 4% y 3% de proteínas recuperada de las vísceras de pescado. Según Donoso y Yañez, (1963), explican

que sus resultados bajos de proteínas se debió: 1) al tratamiento extractivo, térmico, deshidratante y de confección del producto, es decir, la proteína de pescado sufre pérdidas, aunque pequeñas, al convertirse en harina. 2) las variaciones térmicas que implica la panificación con harina de pescado mermen la calidad biológica de la proteína en conjunto.

- El análisis fisicoquímico aplicado al pan de distintas formulaciones (10%, 5%, 4%, 3%), arrojan para los parámetros de humedad un valor entre 27.57%-27.70% y para proteína un 20.12%-17.53% detallado en la Tabla 15; encontrándose los resultados dentro de los límites máximos permisibles con respecto a la humedad de 20% (min.) – 30% (máx.) y para el parámetro de proteína encontrándose superior al valor descrito de 9% (min.), según NTC 1363. Por otro lado según MINSA RM N° 1020-2010, señala dentro de sus Límites máximos permisibles para el parámetro de Humedad de 23%(min.)-35%(máx.), por lo tanto comparando estos con los resultados obtenidos podemos apreciar que se encuentran también dentro de los rangos de dicha normativa.
- Los promedios de los resultados de la evaluación sensorial de las 4 formulaciones 10%, 5%, 4%, 3% son: 2.72, 3.55, 3.58, 4.18 respectivamente, obteniéndose valores promedios por encima del valor estándar de 3 puntos; con respecto al sabor se obtuvo una mayor preferencia por la formulación 4 (97% de harina-3% proteína recuperada), con un promedio de 4.13 puntos. Esta preferencia correspondió al sabor aceptable que presento; conforme a estos resultados se estableció la formulación más adecuada para la elaboración del pan enriquecido con proteína: harina (97%) y proteína (3%), porcentajes de la formulación 4 tal como se detalla en la tabla 10.

- Los resultados microbiológicos a la formulación 4 (97% de harina-3% proteína recuperada), la cual tuvo mayor aceptación , siendo analizadas 48 horas después de su elaboración, el recuento de microorganismos de bacterias Coliformes a 30°C fue de <2Nmp/g, Mohos y Levaduras contaminantes fue de <2Nmp/g, *Staphilococcus aureus* dio como resultado Ausentes, *Eschericia coli enteropatogena* dio como resultado Ausentes en 25g, *Salmonella* dio como resultado Ausentes en 25g, de acuerdo con la norma MINSA RM N° 1020-2010 para productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, prepizzas, otros).

## V. CONCLUSIONES

- La aplicación del método precipitación isoelectrica a las vísceras de pescado permitió recuperar proteínas con porcentajes de recuperación máximos de 61.8%.
- El efecto del pH 2.5 en la solubilización permite una recuperación final de 61.8% de proteína, superior a 48,7% ( $P < 0,05$ ) de proteína recuperada en vísceras de pescado, según Bechtel *et al.*, (2010).
- Se estableció el proceso de recuperación de proteínas de las vísceras de pescado, quedando de la siguiente manera: materia prima (vísceras de pescado), lavado, pesado, homogenizado (1 parte de vísceras: 6 partes de agua), solubilización (pH 2.5), centrifugación 1, precipitación (pH 5.5), centrifugación 2, secado (35°C por 48h), tamizado y empaquetado.
- Al añadir 3% de proteína al pan, se logró un aumento de su valor proteico es 17.53%.
- Se caracterizó el producto(pan), siendo los resultados fisicoquímicos: humedad 27.57%, proteína 17.53%, grasa 4.63%, ceniza 2.32%, carbohidratos 46.65% y fibra 1.3%; resultados microbiológico que se realizaron 48 horas después de su elaboración del pan: bacterias Coliformes a 30°C fue de <2Nmp/g, Mohos y Levaduras contaminantes fue de <2Nmp/g, *Staphylococcus aureus* dio como resultado Ausentes, *Escherichia coli enteropatogena* dio como resultado Ausentes en 25g, *Salmonella* dio como resultado Ausentes en 25g, siendo indicativos de buena calidad, encontrándose todo lo valores conformes con los límites permitidos por MINSA RM N° 1020-2010 para productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, prepizzas, otros).
- Desde el punto de vista sensorial para la elaboración de pan con proteína de pescado y harina de trigo, siendo la formulación 3% la de mayor puntuación; permitió obtener un producto con mejor sabor con un puntaje promedio de 4.13.

- El análisis de varianza (ver Anexo 8-12) permitió definir que hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) para pH de extracción básica, el color, olor, sabor y textura del pan.



## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios de investigación sobre tratamientos de desodorización y desaborización aplicados a las proteínas recuperadas de vísceras de pescado, para una mayor aceptación de los consumidores en una sustitución realizada al 15% de proteína.
2. Evaluar la factibilidad de comercialización de proteínas recuperas de vísceras de pescado teniendo en cuenta un estudio de mercado, así como también la implementación de plantas procesadoras que puedan dar uso comercial a este tipo de producto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. España. Editorial Acribia S. A.
- Bardá, N. (2015). “Análisis sensorial de los alimentos”. Fruticultura y Diversificación 36(1),pp 34-37.
- Bechtel, J. (2003). Propiedades de diferentes subproductos de procesamiento de pescado de abadejo, bacalao y salmón. J. Food Proc. Pres. 27: 101-116.
- Bechtel, Morey, Oliveira, Wu, Plante y Bower (2010). Propiedades químicas y nutricionales de la perca del Océano Pacífico (*Sebastes alutus*) pescado entero y subproductos (1ª ed., P. 55-72). Alaska: compilación de la revista © 2010.
- Bello J. (2000). Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos. Editorial días de santos. Madrid, España.
- Bennion, E. 1967. Fabricación de Pan. España, Editorial Acribia. pp. 18-29, 41-55.
- Berg, J., Tymoczko, J., Stryer, L., Clarke, N., y Macarulla, J. (2008). Bioquímica (pp. 25-26). Barcelona: Reverté. Google books. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=WcFQAwwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=maximising+the+value+of+marine+byproducts&ots=j2W\\_UkG6rv&sig=yoCN1o2QtvyDBFTH0Sw53KNMy3w#v=onepage&q=maximising%20the%20value%20of%20marine%20by-products&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=WcFQAwwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=maximising+the+value+of+marine+byproducts&ots=j2W_UkG6rv&sig=yoCN1o2QtvyDBFTH0Sw53KNMy3w#v=onepage&q=maximising%20the%20value%20of%20marine%20by-products&f=false).
- Cepeda, R. (1991). Módulo de Tecnología de Cereales y Oleaginosas. Santafé de Bogotá D.C. Editorial UNAD.
- CIAL, (2011). Análisis sensorial de alimentos. Programa del curso de análisis sensorial de alimentos. Pág. 4-7.
- Chen, Y. C., Tou, J. C., y Jaczynski, J. (2007). Aminoácidos, ácidos grasos y perfiles minerales de materiales recuperados de los subproductos de procesamiento de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) utilizando solubilización / precipitación isoeléctrica. Journal of Food Science, 72 (9), C527-C535.

- Danza, A., Mastromatteo, M., Cozzolino, F., Lecce, L., Lampignano, V., Laverse, J., & Del Nobile, M. A. (2014). Processing and characterization of durum wheat bread enriched with antioxidant from yellow pepper flour. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 479–485.
- Donoso, D., y Yañez, D. (1963). Valor proteico del pan enriquecido con harina de pescado. Recuperado de:  
<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/12527/v55n5p520.pdf?sequence=1>
- Dumay, J. (2006). Extracción de lípidos por vía acuosa por biorreactor enzimático combinado con ultrafiltración: aplicación a la recuperación de subproductos de pescado (Sardinapilchardus). Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/248386623\\_By-products\\_from\\_Fish\\_Processing\\_Focus\\_on\\_French\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/248386623_By-products_from_Fish_Processing_Focus_on_French_Industry). Consultado el 4 de mayo de 2017].
- Espinosa P. et al., (2010). “Aprovechamiento y transformación de subproductos de la pesca: hacia un manejo sustentable de recursos costeros”. Fundación Produce Yucatán. Recuperado de:  
[www.sifupro.org.mx/agendas/Proyecto\\_Final\\_Fundacion\\_produce.docx](http://www.sifupro.org.mx/agendas/Proyecto_Final_Fundacion_produce.docx).
- Fao: departamento de pesca, organizaciones de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, Situación de la pesca y la acuicultura mundial 2004, Roma, Italia.
- Gehring, C., Gigliotti, J., Moritz, J. S., Tou, J., y Jaczynski, J. (2011). Características funcionales y nutricionales de proteínas y lípidos recuperados por procesamiento isoelectrico de subproductos de pescado y el pescado de bajo valor - una revisión. *Food Chemistry*, 124 (2), 422 - 431.
- Gigliotti, J., Jaczynski, J., y Tou, J. (2008). Determinación del valor nutritivo, la calidad de la proteína y la seguridad del concentrado de proteína de krill aislado utilizando una técnica de isoelectrico / precipitación. *Food Chemistry*, 111 (1), 209 - 214.
- Gil C., Ayala F., y López A. (2017). Gónadas, vejiga natatoria y riñones de los peces (pp. 2-3). Anatomía Veterinaria, Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Recuperado de:  
<http://www.um.es/anatvet/Documentos/Curso-Peces/pdfs/Gonadas-peces.pdf>

- Gildberg, A. (2004). Enzimas y péptidos bioactivos de residuos de pescado relacionados con el ensilado de peces, la alimentación de peces y la producción de salsa de pescado. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13 (2), 3-11.
- Gonzales B. y Palacios R. (2016). “Formulacion y obtencion de una salchicha de pescado a base de surimi de caballa (*Scomber japonicus*) y surimi de pota (*Dosidicus gigas*)”. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- González A., Álvarez E., Laura de la Rosa, Olivas, Ayala J., (2009) . Aspectos nutricionales y sensoriales de vegetales frescos cortados. Editorial Trillas. México, D.F.
- Hathorn, C., Biswas, M., Gichuhi, P., y Bovell-Benjamin, A. (2008). Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. *LWT - Food Science and Technology*, 41(5), 803–815.
- Herrera S. (2015). “Caracterización Tecno-Funcional del Extracto Proteico del Salvado de Arroz”. Previo a la obtención del Título de: Ingeniera de Alimento. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil –Ecuador.
- Hultin, H., y Kelleher, S. (1999) Procedimiento para aislar una composición proteica de una fuente de músculo y de una composición proteica. Patente de Estados Unidos N° 6.005.073. Google Books. Recuperado de: [https://www.google.com.pe/patents/US6288216?dq=Process+for+isolating+a+protein+composition+from+a+muscle+source+and+protein+composition.&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj7\\_P\\_w24fXAhVC4SYKHWErD5YQ6AEIJTAA](https://www.google.com.pe/patents/US6288216?dq=Process+for+isolating+a+protein+composition+from+a+muscle+source+and+protein+composition.&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj7_P_w24fXAhVC4SYKHWErD5YQ6AEIJTAA).
- Hultin, H. y Kelleher, S. (2000), Surimi procesamiento de músculo oscuro pescado. En J.W. Park Surimi y Surimi Seafood, Nueva York, Marcel Dekker, 59-77.
- Hultin, H. (2002) Avances Recientes en la Tecnología Surimi. En M. Fingerman y R. Nagabhushanam, Recent Advances in Marine Biotechnology, Enfield, New Hampshire, Science Publisher, Inc., 241-251.
- Hultin, H., Kelleher, S., Feng, Y., Kristinsson, H., Richards, M., Undeland, I. y Ke, S. (2004), Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 10 / 363.612. `High EfficiencyAlkaline Protein Extraction. .

- Hultin, H., Kristinsson, H., Lanier, T. y Park, J. (2005), Proceso para la recuperación de proteínas funcionales por cambios de pH. En J. W. Park, Surimi y Surimi Seafood, 2nd edn, Nueva York, Marcel Dekker, 107-139.
- INEI (encuesta 2006 -2009) Instituto Nacional de Estadística e Informática – Perú.
- Jaczynski J. (2010). Recuperación continua de proteínas y lípidos a partir de subproductos de procesamiento de alimentos. Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos, número de patente 7 763 717.
- Kaneko, C. (2013). Bread a Braker's Book of Techniques and recipes (2nd Ed.). Canada.
- Kelleher, S. y Hultin, H. (2000), Aislamientos funcionales de proteína de músculo de pollo preparados usando baja fuerza iónica, solubilización / precipitación ácida. Rec. Carne. Conf. Proc., 53, 76 – 81
- Kristinsson, H. y Rasco, B. (2000), Hidrolizados de proteínas de pescado: Propiedades de producción, bioquímicas y funcionales. CRC Crit. Rev. Food Sci. Tararear. Nutr., 40, 43 - 81.
- Kristinsson, H., Theodore, A., Demir, N. y Ingadottir, B. (2005), La recuperación de las proteínas musculares de bagre de canal utilizando procesamiento de ácido y álcali vs. Procesamiento de surimi. J. Food Sci., 70, C298 - C306.
- Kristinsson, H., Theodore, A., y Ingadottir, B. (2007). Métodos de procesamiento químico para la recuperación de proteínas de subproductos marinos y especies de peces subutilizadas. En F. Shahidi, Maximizar el valor de los subproductos marinos (1ª ed., Pp. 152-161). Estados Unidos.
- Lin, T. y Park, J. (1996). Extracción de proteínas de la merluza del Pacífico picada en varias condiciones de lavado. Journal of Food Science 61: 432 – 438
- Mariño S. (2017). Harina de pescado - Monografias.com. Monografias.com. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos95/harina-pescado/harina-pescado.shtml>
- Mancini, M. (2002). Introducción a la biología de los peces (1st ed., pp. 3-4). Argentina: Cursos Introducción a la Producción Animal y Producción Animal.

- Matak, E, Tahergorabi, K., y Jaczynski, J. (2015). Una revisión: aislados de proteína recuperados por solubilización isoelectrica / procesamiento de precipitación a partir de subproductos de alimentos musculares como un componente de los alimentos nutraceuticos (1ª ed., Págs. 697-703).
- Meinke, W., Rahman, M., y Mattil, K. (1972). Algunos factores que influyen en la producción de aislamientos de proteínas de peces enteros. *Journal of Food Science*, 37, 195-198.
- Meinke, W., y Mattil, K. (1973). Autolisis como factor en la producción de aislamientos proteicos de peces enteros. *Journal of Food Science*, 38, 864 - 866.
- Michelsen H, Falch E. y Rustad T. (2004), "Utilización de subproductos del salmón atlántico cultivado (*Salmo salar*)", Presentación 34ª Reunión WEFTA, Actas de la Conferencia WEFTA 2004.
- Ministerio de ambiente. (2014). Reaprovechamiento de los Residuos Hidrobiológicos - Produce (p. 30).
- Ministerio de Salud del Perú. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. (RM N° 1020-2010/MINSA). Recuperado de: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>.
- Montoya, M., y Vidaurre, F. (2017). Análisis bacteriológico en la producción de tortas de Pescado de la Cooperativa de Servicios Múltiples de Pescadores Artesanales del Pacífico "Primero de Septiembre". Lomas de Ponedoya, León. (p.26). León. Recuperado de: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4944/1/230077.pdf>.
- Naranjo, L., y Jiménez, C. (2017). Aprovechamiento de las vísceras de pescado como fuente de energía para minimizar el problema de contaminación ambiental del sector piscícola. Hemeroteca.unad.edu.co. Recuperado de: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1623/1950>.

- Nolsoe, H., y Undeland, I. (2009). El proceso de solubilización ácida y alcalina para el aislamiento de proteínas musculares: Estado de la técnica. *Food and Bioprocess Technology*, 2, 1-27.
- Norma Técnica Colombiana, (2017). NTC 1363. Pan. Requisitos generales. calameo.com. Recuperado de: <http://es.calameo.com/read/000974658ee2921422c97>.
- Quispe S. (2012). Evaluación sensorial en la agroindustria Formación de panel, características del laboratorio de evaluación sensorial. Recuperado de: <https://maqsolano.files.wordpress.com/2012/06/evaluacion-sensorial-i.pdf>.
- Roberts, R. (1981). Patología de los peces. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 355 p.
- Ruíz, V., (2004). "Peces: Generalidades Sobre su Biología y Clasificación", en Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos. Edit. U. de Concepción Con. Nac. Libr. Lec. 255-285 pag.
- Ruiz, V. (2017). Peces: generalidades sobre su biología y clasificación. Recuperado de: [http://mestreacasa.gva.es/c/document\\_library/get\\_file?folderId=500009363970&name=DLFE-431496.pdf](http://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500009363970&name=DLFE-431496.pdf).
- Sancho Valls J., Bota E., J. J de Castro. (2002). Introducción al Análisis de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona. España.
- Shahidi (1997). Maximización del valor de los subproductos marinos (1ª ed., Págs. 144-146). Cambridge: Woodhead.
- Shahidi, F. (2007). Maximización del valor de los subproductos marinos (1ª ed., Págs. 144-146). Cambridge: Woodhead. Google books. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=WcFQAwwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=maximising+the+value+of+marine+by-products&ots=j2W\\_UkG6rv&sig=yoCN1o2QtvyDBFTH0Sw53KNMy3w#v=onepage&q=maximising%20the%20value%20of%20marine%20byproducts&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=WcFQAwwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=maximising+the+value+of+marine+by-products&ots=j2W_UkG6rv&sig=yoCN1o2QtvyDBFTH0Sw53KNMy3w#v=onepage&q=maximising%20the%20value%20of%20marine%20byproducts&f=false).
- Silva, J., Gonzales, G., Jara, R., Gavidia, J., Mantilla, M., Aro, R., Díaz, R. (2010), Bromatología. Facultad de farmacia y bioquímica. Universidad nacional de Trujillo.

- Stefansson, G., y Hultin, H. (1994). Sobre la solubilidad de las proteínas musculares de bacalao en agua. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 142, 2656-2664.
- Taskaya, L., Chen, C., Beamer, S., Tou, C., y Jaczynski, J. (2009b). Características de composición de los materiales recuperados de la carpa de plata eviscerada entera (*Hypophthalmichthys molitrix*) usando solubilización / precipitación isoelectrica. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57, 4259 - 4262.
- Taskaya, L., Chen, C., y Jaczynski, J. (2009C). Propiedades funcionales de proteínas recuperadas de carpa de plata eviscerada entera (*Hypophthalmichthysmolitrix*) por solubilización isoelectrica / precipitación. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (6), 1082 - 1089.
- Teijón J., Garrido A., y Blanco M. (2011). *Bioquímica estructural* (1st ed., pp. 82-88). Editorial Tébar.
- Torres, J., Chen, Y., García, J., y Jaczynski, J. (2007). Métodos de procesamiento químico para la recuperación de proteínas de subproductos marinos y especies de peces subutilizadas. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=WcFQAwwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Maximising+the+value+of+marine+by-products&ots=j12YMdKbry&sig=pSqpnLMNAJ1ULyeDL5XiXbmTmRU#v=onepage&q=Maximizando%20el%20valor%20de%20marine%20productos&f=false>
- Ureña P. y D' Arrigo (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Agraria. Lima, Perú.
- Valderrama M. (1996). Influencia de la sustitución de harina de trigo por harina y afrechillo de kañihua en la calidad de pan. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias. Lima -Perú.
- Xiong, L. (1997), Relaciones estructura-función de las proteínas musculares. En S. Damodaranand A. Paraf, *Food Proteins and Their Applications*, Nueva York, Marcel Dekker, Inc., 341-392.



## VIII. ANEXOS

### Anexo 1

#### Formato de Evaluación Sensorial de Pan Enrichido con Proteína de Pescado

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
 Bach. Salazar Tapia y Edglen Núñez

Nombre: .....

Fecha: .....

**INSTRUCCIONES:**

- Por favor, lea cuidadosamente cada una de las preguntas, y solamente luego de que las haya comprendido, proceda a contestarlas en la respectiva hoja.
- A cada pregunta le corresponde solo una alternativa de respuesta.
- Si marca dos o más alternativas, se invalida la respuesta.

**PERFIL DEL ENTREVISTADO**

1. Sexo

a) Masculino

b) Femenino

2. Edad

a) Menor de 20 años

b) De 20 a 30 años

c) De 30 a 40 años

d) Más de 40 años

3. Profesión

a) Ama de casa

b) Estudiante

c) Profesional

d) Otro

**EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO**

7. A continuación le voy a mostrar un nuevo tipo de pan enriquecido con proteína de pescado, por favor evaluar la calidad sensorial; a continuación se les solicita dar el puntaje correspondiente según su percepción de acuerdo a lo que se indica en el siguiente cuadro.

OLOR Y SABOR	Puntaje	TEXTURA	Puntaje	COLOR	Puntaje
Muy agradable	5	Muy firme	5	Muy bueno	5
Agradable	4	Firme	4	Óptimo	4
Moderadamente agradable	3	Blanda	3	Estándar	3
Desagradable	2	Muy blanda	2	Aceptable	2
Muy desagradable	1	Arenosa	1	Malo	1

Muestras	Olor	Sabor	Textura	Color
119				
154				
245				
216				
349				

**Observaciones:** .....

Nota. Elaboración propia, 2017.

## Anexo 2

**Recopilación de datos (16 panelistas) de la evaluación sensorial de las cuatro formulaciones con respecto al color, olor, sabor, textura.**

FORMULACION PANELISTAS	COLOR					OLOR					SABOR					TEXTURA				
	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4
1	5	2	3	3	4	5	2	3	3	4	5	2	3	3	4	4	3	3	4	4
2	5	2	3	5	5	5	2	3	4	5	4	3	3	4	5	4	4	4	5	5
3	5	2	4	3	4	4	2	3	3	3	5	2	3	3	3	5	3	3	4	4
4	4	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	2	3	3	4	5	4	5	3	4
5	5	3	5	4	4	4	2	3	3	4	4	2	3	3	4	4	5	4	4	4
6	5	3	4	4	4	5	2	4	3	4	5	2	4	5	5	4	4	4	4	4
7	5	3	5	5	5	5	1	3	4	5	5	3	4	5	5	5	3	5	4	4
8	5	2	4	3	3	5	2	3	4	4	5	2	3	4	4	4	5	4	4	4
9	5	3	4	4	5	5	2	3	3	4	5	3	3	3	4	3	3	3	3	4
10	5	4	5	4	3	5	3	4	3	4	4	2	3	4	4	4	3	4	3	4
11	5	4	4	5	5	4	4	3	3	4	5	3	4	3	4	4	3	3	3	5
12	4	3	4	3	4	4	2	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4
13	5	3	4	4	5	4	3	3	3	5	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4
14	5	3	3	3	4	5	2	3	3	4	5	2	4	3	4	4	3	4	4	4
15	5	3	4	4	4	4	1	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4
16	4	2	3	3	4	5	2	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4

F0: Pan testigo, F1: Pan con 10%, F2: Pan con 5%, F3: Pan con 4%, F4: Pan con 3%. *Nota.* Elaboración propia, 2017.

### Anexo 3

**Recopilación de datos (16 panelistas) de la evaluación sensorial de las cuatro formulaciones con respecto al color, olor, sabor, textura.**

FORMULACION	F0				F1				F2				F3				F4			
PANELISTAS	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1	5	5	5	4	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
2	5	5	4	4	2	2	3	4	3	3	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5
3	5	4	5	5	2	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4
4	4	4	4	5	3	2	2	4	4	3	3	5	4	3	3	3	4	3	4	4
5	5	4	4	4	3	2	2	5	5	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4
6	5	5	5	4	3	2	2	5	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	5	4
7	5	5	5	5	3	1	3	3	5	3	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4
8	5	5	5	4	2	2	2	5	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4
9	5	5	5	3	3	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	5	4	4	4
10	5	5	4	4	4	3	2	3	5	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4
11	5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	4	3	5	3	3	3	5	4	4	5
12	4	4	4	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4
13	5	4	4	4	3	3	2	4	4	3	3	4	4	3	3	4	5	5	4	4
14	5	5	5	4	3	2	2	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4
15	5	4	4	4	3	1	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4
16	4	5	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

F0: Pan testigo, F1: Pan con 10%, F2: Pan con 5%, F3: Pan con 4%, F4: Pan con 3%. *Nota.* Elaboración propia, 2017.

## Anexo 4

### Método de recuperación de proteínas de vísceras de pescado.



A) Selección de vísceras (corazón, hígado, estómago, riñón y gónadas)



B) Lavado de las vísceras del pescado



C) Vísceras fragmentadas



D) Homogenización( vísceras/agua: 1/6 )



E) Solubilización (pH 2.0-3 (HCl) y pH 10,8 - 11,2 (NaOH)).



F) Centrifugación (1000 rev / 10 min)



G) Secado de proteína



H) Proteína tamizada

*Figura 9.* Recuperación de proteínas de vísceras de pescado a través del método de precipitación isoelectrica.  
*Nota.* Elaboración propia, 2017

## Anexo 5

### Elaboración del pan.

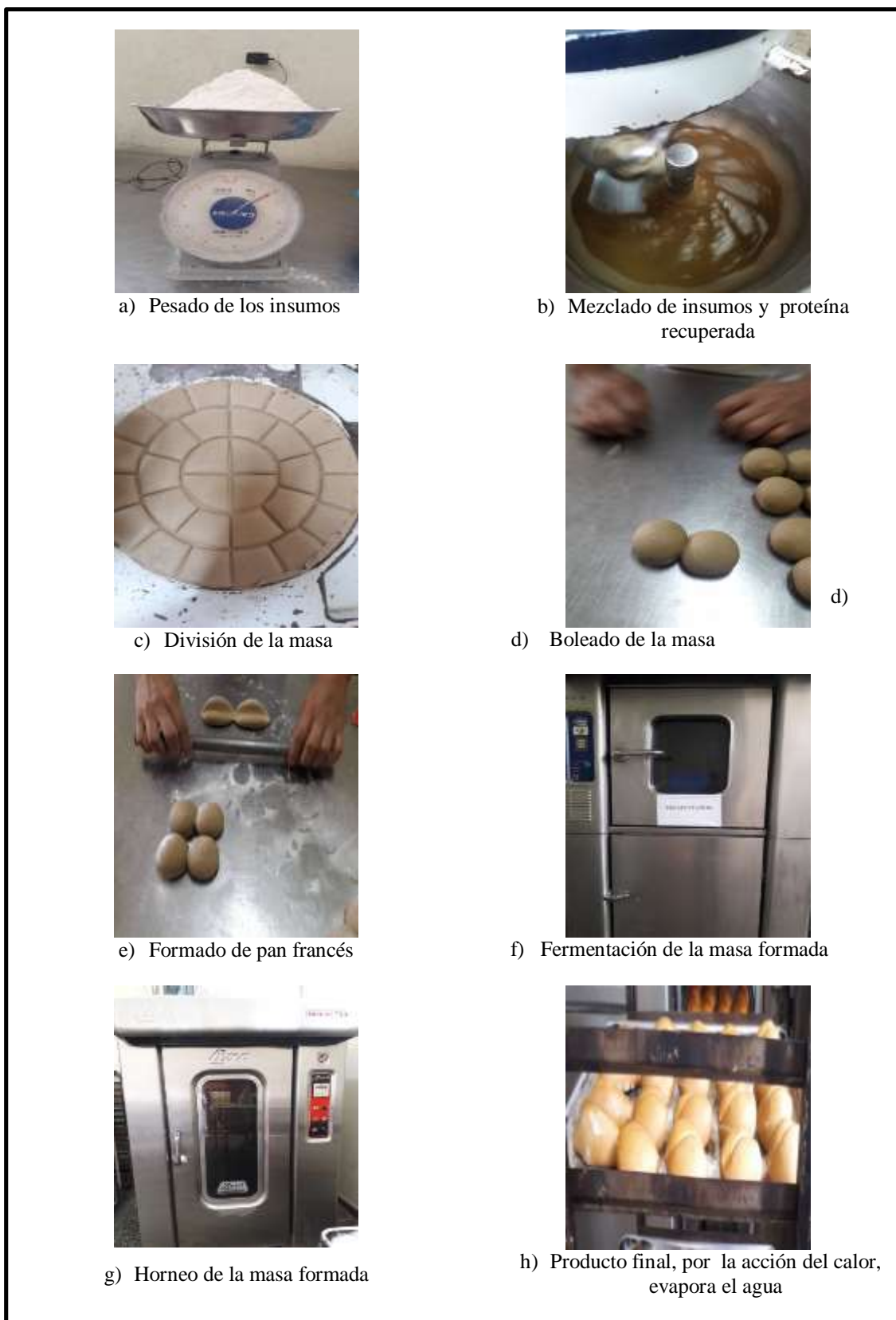
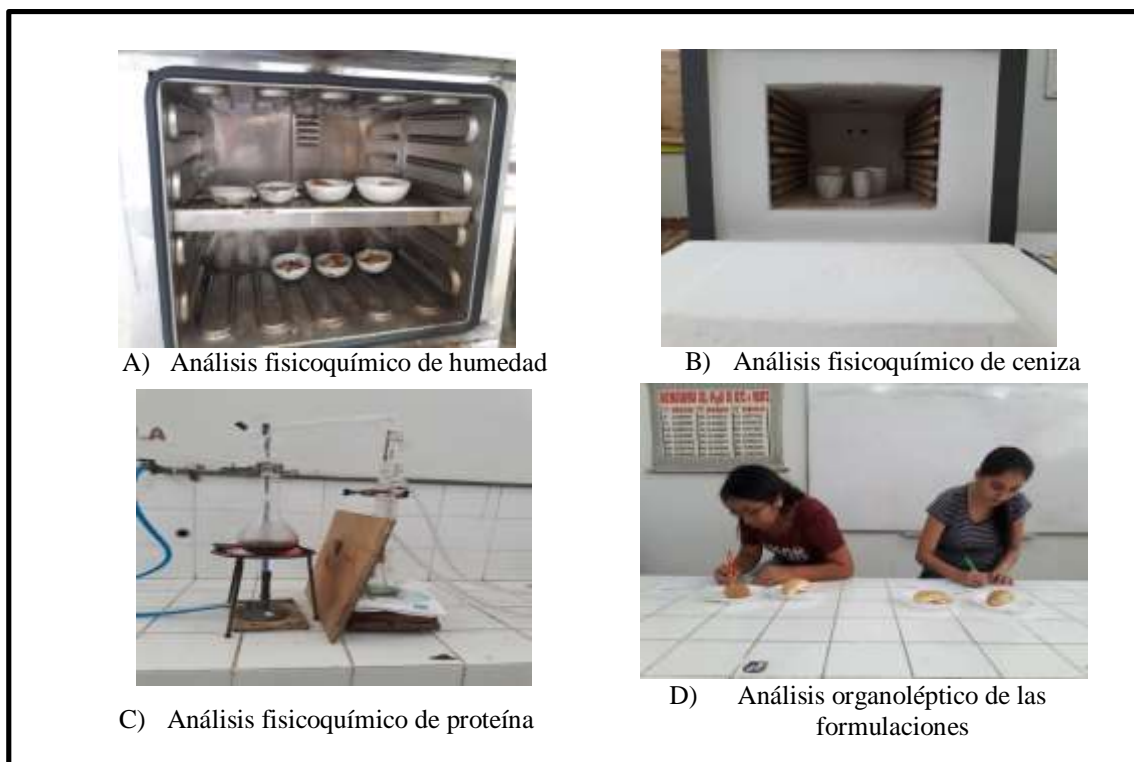


Figura 10. Elaboración de pan enriquecido con proteína recuperada. Nota. Elaboración propia, 2017.

## Anexo 6

### Análisis efectuados al pan.



*Figura 11.* Análisis fisicoquímico y organoléptico efectuados al pan de distintas formulaciones (F1, F2, F3, F4). *Nota.* Elaboración propia, 2017.

## Anexo 7

### Análisis Proximal De Proteína Aislada

En la siguiente Tabla 17 se presentan los resultados del análisis proximal de proteína aislada a pH 2.5.

TABLA 17

*Análisis proximal de proteína recuperada de vísceras*

CONCEPTOS	RESULTADO
Proteína	90%
Humedad	8%
Ceniza	1%
Grasa	0.6%
Carbohidratos	0.4%

*Nota.* Elaboración propia, 2017.

## Anexo 8

### Análisis estadístico de varianza para pH de extracción acida.

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.04513889	3	115.01	38.3366667	120.775633
0.04583333	3	142.51	47.5033333	109.835633
0.04652778	3	118	39.3333333	38.3958333
0.04722222	3	116.38	38.7933333	72.2706333
0.04791667	3	134.89	44.9633333	47.1458333
2	5	187.26	37.452	57.21932
2.5	5	240.14	48.028	66.97982
3	5	199.39	39.878	45.51907

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	208.958627	4	52.2396567	0.88934797	0.51222514	7.00607662
Columnas	306.93292	2	153.46646	2.61267194	0.13388504	8.64911064
Error	469.914213	8	58.7392767			
Total	985.80576	14				

Figura 12. Análisis de varianza para pH de extracción acida. Nota. Elaboración propia, 2017.



## Anexo 9

### Análisis estadístico de varianza para pH de extracción básica.

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo				
<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.04513889	3	116.38	38.7933333	4.86063333
0.04583333	3	105.01	35.0033333	9.93563333
0.04652778	3	100.26	33.42	6.9723
0.04722222	3	94.51	31.5033333	2.39963333
0.04791667	3	103.34	34.4466667	6.74463333
10.8	5	183.71	36.742	11.57337
11	5	174.78	34.956	4.96813
11.2	5	161.01	32.202	7.39727

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	86.2392667	4	21.5598167	18.1254641	0.00044888	3.83785335
Columnas	52.3098533	2	26.1549267	21.9886	0.00056119	4.45897011
Error	9.51581333	8	1.18947667			
Total	148.064933	14				

Figura 13. Análisis de varianza para pH de extracción básica. Nota. Elaboración propia, 2017.

## Anexo 10

### Análisis estadístico de varianza con respecto al color en el pan.

Anova Fo y F4

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	77	4.8125	0.1625
F4	16	67	4.1875	0.42916667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.125	1	3.125	10.5633803	0.002845034	4.17087679
Dentro de los grupos	8.875	30	0.29583333			
Total	12	31				

Figura 14. Análisis estadístico de varianza con respecto al color para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

ANOVA F0 Y F1

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	77	4.8125	0.1625
F1	16	45	2.8125	0.42916667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	32	1	32	108.169014	1.8192E-11	4.17087679
Dentro de los grupos	8.875	30	0.29583333			
Total	40.875	31				

Figura 15. Análisis estadístico de varianza con respecto al color para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

## Anexo 11

### Análisis estadístico de varianza con respecto al olor en el pan.

Anova Fo y F4

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	73	4.5625	0.2625
F4	16	65	4.0625	0.32916667

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2	1	2	6.76056338	0.01432363	4.17087679
Dentro de los grupos	8.875	30	0.29583333			
Total	10.875	31				

Figura 16. Análisis estadístico de varianza con respecto al olor para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

ANOVA F0 Y F1

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	73	4.5625	0.2625
F1	16	34	2.125	0.51666667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	47.53125	1	47.53125	122.005348	4.2969E-12	4.17087679
Dentro de los grupos	11.6875	30	0.38958333			
Total	59.21875	31				

Figura 17. Análisis estadístico de varianza con respecto al color para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

## Anexo 12

### Análisis estadístico de varianza con respecto al sabor en el pan.

Anova Fo y F4

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	72	4.5	0.26666667
F4	16	66	4.125	0.25

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.125	1	1.125	4.35483871	0.04550213	4.17087679
Dentro de los grupos	7.75	30	0.25833333			
Total	8.875	31				

Figura 18. Análisis estadístico de varianza con respecto al sabor para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

ANOVA F0 Y F1

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	72	4.5	0.26666667
F1	16	39	2.4375	0.2625

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	34.03125	1	34.03125	128.622047	2.257E-12	4.17087679
Dentro de los grupos	7.9375	30	0.26458333			
Total	41.96875	31				

Figura 19. Análisis estadístico de varianza con respecto al sabor para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

## Anexo 13

### Análisis estadístico de varianza con respecto a textura en el pan.

Anova Fo y F4

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	65	4.0625	0.32916667
F4	16	66	4.125	0.11666667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.03125	1	0.03125	0.14018692	0.71072886	4.17087679
Dentro de los grupos	6.6875	30	0.22291667			
Total	6.71875	31				

Figura 20. Análisis estadístico de varianza con respecto al textura para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F4: pan con 3% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.

ANOVA F0 Y F1

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
F0	16	65	4.0625	0.32916667
F1	16	56	3.5	0.53333333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2.53125	1	2.53125	5.86956522	0.02165252	4.17087679
Dentro de los grupos	12.9375	30	0.43125			
Total	15.46875	31				

Figura 21. Análisis estadístico de varianza con respecto al textura para formulaciones de F0: pan con 0% de proteína y F1: pan con 10% de proteína. Nota. Elaboración propia, 2017.