



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Aprovechamiento de la Carne Negra de *Thunnus Alalunga* como  
Sustituto de Carne Blanca de Pescado en la Elaboración de Paté”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Ingrid Allis Hartmann Menoscal

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2010

## AGRADECIMIENTO

A Dios. A mis padres y hermano por todo. A mi esposo por su apoyo incondicional. A mi familia y amigos por los momentos vividos. A la Ing. Priscila Castillo por su gran ayuda y paciencia. Un agradecimiento especial a José y Mari Castro y a todo el personal de INCOPES, por toda la ayuda proporcionada.

## DEDICATORIA

A MIS PADRES, en recompensa  
a todo su esfuerzo.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Priscila Castillo S.  
DIRECTORA DE TESIS

---

Ing. Patricio Cáceres C.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Ingrid A. Hartmann M.

## **RESUMEN**

El Ecuador es considerado uno de los países de mayor pesca de atún. Esta industria mueve alrededor de 200 millones USD al año en el país.

El atún es un pescado muy apetecido por la gran mayoría. Su carne es de un color rojo oscuro debido al alto metabolismo de esta especie, por ello también tiene una carne de un color casi negro, la cual es considerada un desperdicio dentro de esta industria debido a su aspecto y a su fuerte sabor.

Este trabajo, tuvo como objetivo principal, darle un valor agregado a tan importante industria; mediante un proceso que permitiera arrastrar el sabor y color característico de la misma, permitiendo así que esta sea aceptada por el consumidor.

Inspirado en la técnica japonesa de elaboración de surimi, la carne negra de atún fue sometida a lavados múltiples con el fin de lograr una pasta de color y sabor suave, la misma que fue utilizada como materia prima para la elaboración de un paté.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	VII
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	4
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 El atún: generalidades.....	6
2.2 Técnicas de blanqueo y desodorización del pescado: surimi.....	10
2.3 Química de las proteínas.....	13
2.4 Aditivos: generalidades.....	18
2.5 Paté: generalidades.....	26

### CAPÍTULO 3

3.	PROCESO DE LAVADO DE LA CARNE NEGRA DE THUNNUS ALALUNGA.....	33
3.1	Descripción del proceso general de lavado de la carne negra de Thunnus alalunga.....	33
3.2	Desarrollo de pruebas preliminares.....	34
3.2.1	Caracterización física de materia prima.....	35
3.2.2	Agentes de blanqueo.....	37
3.3	Diseño experimental en pruebas de agentes de blanqueo.....	42
3.3.1	Determinación de factores.....	42
3.3.2	Determinación de variable respuesta.....	45

### CAPÍTULO 4

4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
4.1	Análisis de resultado de pruebas preliminares.....	49
4.2	Análisis de resultados de diseño experimental.....	53
4.3	Diagrama del proceso establecido.....	62

### CAPÍTULO 5

5.	ELABORACIÓN DE UN SUBPRODUCTO CON LA CARNE TRATADA.....	67
----	---------------------------------------------------------	----

5.1 Determinación de la fórmula de paté utilizando como ingrediente la carne de Thunnus alalunga tratada para su blanqueo.....	68
5.2 Evaluación sensorial del paté.....	77
5.3 Análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial....	80

## CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
----------------------------------------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	Operaciones y tiempos en el proceso de elaboración de paté de hígado .....	31
TABLA 2	Composición porcentual del contenido de paté de hígado.....	32
TABLA 3	Aditivos estudiados en pruebas preliminares y argumento para su estudio.....	39
TABLA 4	Aditivos orgánicos – metodología.....	40
TABLA 5	Aditivos inorgánicos – metodología.....	41
TABLA 6	Descripción detallada de cada tratamiento.....	44
TABLA 7	Observaciones de las pruebas con aditivos orgánicos.....	51
TABLA 8	Observaciones de las pruebas con aditivos inorgánicos.....	52
TABLA 9	Resultados de los colores obtenidos en los experimentos.....	54
TABLA 10	Resumen de resultados del análisis de Tukey.....	60
TABLA 11	Tabla comparativa de costos del tratamiento A y tratamiento C.....	62
TABLA 12	Composición aproximada porcentual del contenido de ingredientes del paté realizado en este trabajo.....	71
TABLA 13	Costo de materia prima de la elaboración de paté.....	77
TABLA 14	Resultados individuales obtenidos en la prueba sensorial.....	81



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Proceso general del lavado de atún .....	35
Figura 3.2	Orden de experimentos establecido por software Minitab 15....	46
Figura 4.1	Resultados Obtenidos mediante programa estadístico Minitab “Variable respuesta Vs. Tratamiento”.....	57
Figura 4.2	Gráfica de efectos principales obtenida mediante programa estadístico Minitab 15 “ VR Vs. Tratamiento”.....	58
Figura 4.3	Diagrama de flujo del tratamiento establecido.....	64
Figura 5.1	Diagrama de flujo del proceso de elaboración del paté obtenido en este trabajo.....	72
Figura 5.2	Cuestionario de prueba sensorial realizado en esta investigación.....	79

## ABREVIATURAS

°C grado centígrado

kg kilogramo

m metro

m<sup>3</sup> metro cúbico

## INTRODUCCIÓN

La industria atunera en el Ecuador es uno de los rubros de exportación más relevantes del país. 2,5 millones de toneladas de atún se extraen en la cuenca del Pacífico, y los barcos ecuatorianos pescan alrededor del 23% y el país procesa el 44% en sus plantas, lo que convierte al Ecuador en el país atunero más importante de la costa este del Pacífico.

Este proyecto tuvo como objetivo darle un valor agregado a esta importante industria por medio del aprovechamiento la carne negra del atún para el consumo humano. Teniendo en cuenta que la cantidad de carne negra que en promedio contiene un atún es entre el 20 y 35 % de su peso.

Con este propósito, se realizaron pruebas experimentales donde se estableció en que etapa del proceso de pesca del atún es el más apto para poder utilizar la carne negra. También se estudió la influencia de agentes orgánicos y químicos como blanqueadores de la carne. Fue así que la carne negra de atún se procesó mediante múltiples lavados con el fin de arrastrar el color y sabor característicos de la misma. Para obtener mejores resultados se utilizó aditivos, los mismos que fueron estudiados bajo un diseño de experimentos para determinar la sinergia de los mismos. Con este proceso se logró obtener una pasta de sabor suave con la que se elaboró un paté.

Finalmente, para determinar la aceptación del producto en una población, el mismo fue sometido a una evaluación sensorial.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Planteamiento del problema

El atún es un pez de migraciones largas, por lo que su metabolismo es elevado, y su carne es muy irrigada. Esta irrigación produce que la carne sea de un color oscuro característico, pero existen ciertos músculos que se utilizan más durante su actividad física, estas zonas necesitan incluso una mayor irrigación, por ende la carne posee un color y sabor más acentuado que el resto, resultando desagradable para el consumidor. El porcentaje de carne negra en los atunes varía según la especie y la edad, pero en promedio se puede decir que es el 20 y 35% del peso del pescado.

Esta carne con mayor irrigación se la conoce como “carne negra de atún”, y en general esta carne no es apetecida debido a su fuerte sabor, y por ende se convierte en un desecho de la industria atunera.

En la actualidad esta carne se destina a otros mercados para la elaboración de alimento para gatos o harina de pescado.

Con ello surgió la hipótesis de utilizar dicha carne para el consumo humano sometiéndola a un proceso de lavados múltiples inspirados en la tecnología de elaboración del “Surimi.”

Surimi es un término de origen japonés y significa “músculo de pescado picado”. Es un proceso desarrollado en el este de Asia hace 900 años atrás, y la industrialización de este proceso se desarrolló en 1960. No es considerado un alimento en sí, es decir no se lo consume directamente pero sirve de base para varios derivados. El surimi es una pasta de alto contenido proteínico derivada de pescados que por su sabor, textura, tamaño o alto contenido en grasa no tienen mayor rentabilidad; y son procesados con el fin de darles un valor agregado.

## **1.2. Objetivos**

**Objetivo general:** Desarrollar un proceso de lavado para carne negra de atún con el fin de utilizarla en un subproducto para el consumo humano.

**Objetivos específicos:**

Caracterizar la materia prima para que sea apta para el proceso de blanqueo

Determinar mediante pruebas preliminares los aditivos, aptos para el consumo humano, que faciliten el proceso.

Determinar mediante pruebas experimentales la sinergia de los aditivos seleccionados.

Determinar el método de lavado de carne negra de atún más eficiente.

Desarrollar un producto para el consumo humano utilizando la carne negra de atún después del tratamiento de lavado.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El atún: generalidades

#### El atún

El atún pertenece a la familia *Scombridae* la cual contiene la mayor parte de peces comestibles, contiene 55 especies en 15 géneros. Los *scombridos* tienen 2 aletas dorsales y una serie de aletas más pequeñas; son generalmente depredadores, viven en mar abierto y son capaces de desarrollar grandes velocidades.

El atún se encuentra en todos los mares intertropicales de mundo, pero su pesca se da principalmente en el atlántico y en el pacífico cuando migra de sur a norte; ya que es durante esta migración que el atún nada en aguas más superficiales que se encuentren a 10° C. Mientras que cuando migran en sentido contrario el atún va por aguas más profundas lo que dificulta su pesca.

Es un excelente nadador puede cubrir 2500 millas marinas en un mes, por lo que tiene un metabolismo muy alto, que hace que puede llegar a tener una temperatura corporal de 10° C mas que la del agua donde se encuentre. Debido a la alta irrigación sanguínea que este pez demanda, su carne es de color rojo púrpura y firme. [7]

### **Pesca de atún en el Ecuador**

El atún para el Ecuador ha significado un rubro muy importante en las exportaciones. Para finales del año 2006, el sector pesquero (atún y otros pescados) exportó 32.8 miles TM, representando el tercer rubro de las exportaciones no petroleras tradicionales (exportaciones no petroleras tradicionales: USD 1755.9 millones) para ese año.

A pesar del volumen exportado ese año, este rubro manifestó una disminución del -3.3% que fue a causa de una disminución del -8.9% de volumen exportado de atún, todo esto con respecto al año 2005. Esta reducción se debió, según El Instituto Nacional de Pesca, a un aumento de la temperatura de 4 a 5° C que ocasiona que atún nade en aguas mas profundas, y además por la aprobación de la reducción del volumen de la pesca de atún para el Ecuador por parte de La Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico

(ICCAT), que determinó para el 2006 un límite de 32 000 TM además de extensiones de los periodos de veda. Cabe recalcar que en el Océano Pacífico Oriental (OPO) (zona en la que se encuentra el Ecuador) está prohibido aumentar la flota atunera. A pesar de todas estas restricciones el país sigue siendo el primero en capturas de túnidos de la región con un promedio de 129 804 TM en 9 meses, le sigue México con 77 515 TM en 9 meses.

De acuerdo a las cifras del año 2001, el Ecuador es el décimo exportador mundial de atún, con una participación del 3% de la oferta total; pero ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en exportación de conservas de atunes (6% del total) después de Tailandia (30%), España (12%) y Costa de Marfil (8%). (fuente ICCAT). [11]

### **Industrialización del atún**

El proceso del sector atunero comprende tres etapas: extracción (niveles y procesos de desembarque), transformación (industrialización) y comercialización.

Dentro del proceso de industrialización del atún las presentaciones en lata y congelado son las mas importantes. A nivel mundial los enlatados de atún representan el 50% de todos los productos enlatados.

En el país los productos del sector atunero se comercializan en el mercado interno y externo. En el 2002, el 78% de los niveles de desembarque de atún se destinó a la exportación quedando un 22% para consumo local. La mayor parte de la comercialización se hizo bajo la presentación de conservas de atún (77%) enlatados, filetes (17%) seguido de atún congelado (4%) y finalmente, el atún fresco-congelado (2%). [12]

### **La carne negra de atún**

Como se lo mencionó anteriormente el atún al ser un pez con un metabolismo muy elevado contiene una carne muy irrigada. Esta irrigación produce que la carne sea de un color oscuro característico, pero existen ciertos músculos que se utilizan más durante su actividad física, estas zonas necesitan incluso una mayor irrigación, por ende

esta carne posee un color y sabor más acentuado que el resto de la carne. [7]

Esta carne con mayor irrigación se la conoce como “carne negra de atún”, en el país esta carne no es apetecida debido a su fuerte sabor, y por ende se convierte en un desecho de la industria atunera. En la actualidad esta carne se destina a otros mercados para la elaboración de alimento para gatos o harina de pescado.

## **2.2. Técnicas de blanqueo y desodorización del pescado: surimi**

### **Generalidades**

Surimi es un término de origen japonés y significa “músculo de pescado picado”. Es un proceso desarrollado en el este de Asia hace 900 años atrás, y la industrialización de este proceso se desarrollo en 1960. El surimi no es un alimento en sí pero sirve como materia prima para la elaboración de productos como palitos de pescado o sucedáneos de marisco. El surimi es una pasta que se obtiene de pescados que por su sabor, textura, tamaño o alto contenido en grasa no se utilizan para el consumo directo.

El surimi es algo más que carne picada de pescado. Es la carne blanqueada mediante sucesivos lavados en agua fría, después de la separación mecánica del músculo de pescado mezclada con agentes que favorecen su almacenamiento en congelación, estos sucesivos lavados logran arrastrar consigo las proteínas solubles y los sabores fuertes del pescado; quedando un concentrado de proteínas de alta calidad cuya principal característica es su capacidad de convertirse en pasta o gel, obteniendo estructuras fuertes y deformables, lo que permite utilizar el surimi como un ingrediente intermedio en la elaboración de diversos productos nuevos.

### **Proceso**

El proceso de elaboración de este producto empieza con un picado muy fino de la carne de pescado. Esta carne picada pasa a ser sometida a numerosos enjuagues con el fin de arrastrar colores y sabores de la misma, para dejar una pasta blanca y con un sabor muy delicado. Luego la carne pasa a ser fuertemente amasada con el propósito de formar una pasta gelatinosa. Dependiendo de la textura y sabor deseado en el producto final, esta pasta es mezclada con diferentes proporciones de aditivos como almidón, clara de huevo, sal, aceite vegetal, sorbitol, azúcar, proteína de soya y especias. Si el

surimi va a ser empacado y congelado, es común el uso de cryoprotectores. La mayoría de industrias, inmediatamente después de la elaboración del surimi, el mismo se lo convierte en los distintos subproductos que se pueden obtener a partir de él.

### **Aplicaciones**

El surimi, dependiendo del tipo de pescado desde que se haya obtenido, es típicamente insaboro, por lo que es comúnmente saborizado artificialmente. De acuerdo con USDA Food Nutrient Database, el surimi contiene alrededor del 76% de agua, 15% de proteínas, el 6.85% de carbohidratos y el 0.9% de grasa de la cual el 0.03% es colesterol.

El surimi es un ingrediente muy usado en la elaboración de varios tipos de alimentos procesados. Además permite imitar texturas y sabores de alta calidad como la carne de langosta a partir de una materia prima de bajo costo. El surimi es también una fuente de proteína de un precio económico.

En las culturas asiáticas, el surimi se come directamente sin ningún proceso adicional para imitar otros productos. En Japón cuando se cocina el surimi toma el nombre de Kamaboko, el cual se lo corta en

tajadas y se lo puede servir caliente o frío acompañado de varias salsas, o se lo agrega a caldos. En la cocina china el surimi es comúnmente llamado pasta de pescado o puré de pescado, y se lo consume frito o cocinado.

En la cocina occidental, los subproductos del surimi son usualmente imitaciones de mariscos como cangrejo, camarón, conchas scallops, abalón (concha señorita) o productos a partir de esta pasta como salchichas, jamón, hamburguesas y otros embutidos.

La plastificación de las proteínas de la pasta de pescado, se debe a la polimerización de la miosina cuando se calienta. Muchas especies pelágicas que contienen un alto contenido en grasas, carecen de esta propiedad y no es posible la elaboración del surimi. Cuando esto sucede el procesador debe agregar clara de huevo o almidón de papa a la pasta para aumentar la textura.

[15, 16, 17, 20, 27]

## **2.3. Química de las proteínas**

### **Pigmentos de la carne.**

Los consumidores de carne se ven primeramente influenciados por el color de la carne al momento de comprarla. En el caso de la carne roja, el rojo brillante de la misma es sinónimo de frescura, esta coloración se debe al pigmento llamado oxymyoglobina, el mismo que es preferido entre los consumidores antes que una coloración café. El pigmento café en las carnes se debe al pigmento llamado metmioglobina, se desarrolla durante el almacenamiento por lo que la coloración café es siempre vista como falta de frescura en la carne.

El pigmento que se encuentra en mayor cantidad en la carne es la mioglobina de color rojo-morado. Por otro lado la hemoglobina, el pigmento rojo de la sangre, se encuentra en pequeñas cantidades en la carne ya que el mismo ha sido drenado junto con la sangre durante el sacrificio. La cantidad de hemoglobina que queda en la carne es de alrededor del 10% y esta pequeña cantidad es igual importante en términos de color y estabilidad.

**Mioglobina.** Es el pigmento del músculo, está compuesta por una proteína de cadena simple globina combinada con un grupo hemo que contiene hierro. El grupo hemo consiste en 4 grupos pirroles que

contienen un átomo de hierro en el centro. El principal factor responsable del color de la carne es el estado de valencia del átomo y las uniones libres del grupo hemo.

**Pigmentos en pescados.** La oxidación de oximioglobina a metmioglobina ocurre también en los pescados, de todas maneras la intensidad de los pigmentos es menor que en la carne.

En los atunes, el color rojizo de su carne se debe a pigmentos derivados de la mioglobina.

#### **Propiedades funcionales de interés de las proteínas.**

La funcionalidad de una sustancia se define como toda propiedad, nutricional o no, que interviene en su utilización. Este comportamiento depende de las propiedades físicas y químicas que se afectan durante el procesamiento, almacenamiento, preparación y consumo del alimento. Las propiedades funcionales permiten el uso de las proteínas como ingredientes en alimentos, aunque generalmente se incorporan en mezclas complejas. Las características sensoriales resultan de más importancia para el consumidor que el valor nutricional, el que frecuentemente se altera para lograr buenas cualidades organolépticas, como textura, sabor,

color y apariencia, las que a su vez son el resultado de interacciones complejas entre los ingredientes.

**Solubilidad.** Las propiedades funcionales de las proteínas a menudo se ven afectadas por la solubilidad de las proteína, especialmente en el caso del hinchamiento, espumado, emulsificación y gelificación. Las proteínas insolubles tienen un uso muy limitado en alimentos. La solubilidad de una proteína es la manifestación termodinámica del equilibrio entre las interacciones proteína-proteína y solvente-proteína que a su vez dependen de la hidrofobicidad y naturaleza iónica de las mismas.

Las interacciones hidrofóbicas promueven las interacciones proteína-proteína que inciden en una disminución de la solubilidad, mientras que las interacciones iónicas promueven la relación proteína-agua que provoca un aumento de la solubilidad.

A continuación se mencionan las cuatro categorías en que se clasifican las proteínas de acuerdo con las características de solubilidad:

*Albúminas:* son las que se solubilizan en agua a pH 6.6

*Globulinas*: son las solubles en soluciones salinas diluidas a pH 7.0

*Glutelinas*: son las solubles en soluciones ácidas (pH 2) y alcalinas (pH 12)

*Prolaminas*: son las solubles en etanol al 70%

**Solubilidad y pH.** En los valores de pH por arriba y por debajo del pH isoeléctrico, las proteínas tienen una carga neta positiva o negativa, respectivamente. En el punto isoeléctrico las proteínas presentan una solubilidad mínima, que al graficar, permite observar curvas en forma de U. Sin embargo algunas proteínas alimenticias son altamente solubles en su pH isoeléctrico, porque no hay repulsión electrostática y contienen una alta concentración de residuos hidrofílicos en su superficie comparados con los no polares por lo que la proteína permanecerá soluble en su pl.

**Solubilidad y fuerza iónica.** La fuerza iónica de una solución salina va a depender de la concentración de su ión y la valencia del mismo. En una fuerza iónica baja ( $<0.5$ ), los iones neutralizan la carga en la superficie de la proteína. La solubilidad disminuye para las proteínas que contienen una alta incidencia de zonas no polares y se

incrementa para las proteínas que no. El descenso en la solubilidad es causado porque se incrementan las interacciones hidrofóbicas, en tanto la mayor solubilidad se debe a un descenso en la actividad iónica de la molécula. El efecto depende no sólo de la concentración de las sales, sino del tipo de las mismas.

**Solubilidad y temperatura.** A un pH y fuerza iónica constante, la solubilidad de muchas proteínas generalmente se incrementa someténdola a una temperatura entre 0° y 40° C. Se presentan excepciones cuando las proteínas son altamente hidrofóbicas y presentan relaciones negativas con temperaturas arriba de los 40° C. El aumento de la energía térmica causa desplegamiento de las proteínas (desnaturalización), ya que los grupos no polares son expuestos, se da la agregación y precipitación de las proteínas, y por lo tanto la solubilidad disminuye.

[2, 3, 6]

#### **2.4 Aditivos: generalidades**

Los aditivos alimenticios son cualquier sustancia o mezcla de sustancias que directa o indirectamente modifican las características físicas, químicas o biológicas de un alimento. Los

aditivos deben ser inocuos por sí mismos o a través de su acción; su empleo debe justificarse por razones tecnológicas, sanitarias, nutricionales o psicosensoriales necesarias y deben responder a las exigencias que establezca el código alimentario.

Para desarrollar este trabajo se estudiaron varios aditivos, y se los clasificó en aditivos orgánicos e inorgánicos. En la tabla 3 se detalla el argumento por el cual fueron seleccionados los aditivos estudiados en este trabajo. A continuación se encuentra una breve reseña de los aditivos utilizados en este trabajo.

### **Aditivos orgánicos**

**Ácido ascórbico.** Se encuentra bajo la clasificación de aditivos antioxidantes. El ácido L-ascórbico es la vitamina C. Se obtiene industrialmente mediante uniones químicas y procesos microbiológicos. El ácido ascórbico y sus sales son muy solubles en agua (excepto el palmitato de ascorbilo que es más soluble en grasas). Presenta un punto de fusión alrededor de 190° C. Actúa como reductor oxidándose a la forma dehidroascórbico. Se le considera un regenerador de antioxidantes por su actividad como reductor.

Otra aplicación se encuentra en la industria cárnica, ya que el ácido ascórbico se asocia comúnmente al uso de nitratos y nitritos por su acción reductora en la reacción de nitrificación.

**Ácido cítrico.** Se encuentra bajo la clasificación de “sustancias sinérgicas de antioxidantes y agentes quelantes”. El ácido cítrico y los citratos se obtienen por fermentación de melazas con *Aspergillus niger*. En alimentos congelados se utiliza como ayuda a la acción de los antioxidantes; inactiva enzimas previniendo pardeamientos indeseables; inhibe el deterioro del sabor y el color. Entre otros usos.

**Papaína.** (Pepsina vegetal). Enzima estable al calor presente en la naturaleza en las hojas y frutas de la papaya *Carica papaya*, árbol ampliamente cultivado en las regiones tropicales. Para su empleo en la industria alimentaria, el enzima se prepara por purificación del líquido que exudan los cortes hechos en los frutos inmaduros. La papaína hidroliza a muchas proteínas y se emplea para ablandar la carne y para impedir el enturbamiento que se produce cuando se enfría la cerveza.

### **Aditivos inorgánicos**

**Bicarbonato de sodio.** ( $\text{NaHCO}_3$ , sosa de panadería, bicarbonato de sosa, carbonato ácido de sodio, hidrógeno carbonato de sodio). Base, levadura química que libera dióxido de carbono cuando se calienta o cuando se mezcla con un ácido, como el ácido fumárico, la glucono-delta-lactona, el fosfato monocálcico, el tartrato ácido de potasio o el fosfato ácido de aluminio y sodio. En la levadura de panadería, el ácido y la base se mezclan con el almidón para evitar que reaccionen prematuramente. El bicarbonato de sodio se utiliza en algunas bebidas en polvo para hacerlas efervescentes cuando se mezclan con agua, y en un amplio rango de levaduras químicas de panadería. También se utilizan en comprimidos para el remojo de guisantes, judías y legumbres secas.

**Dióxido de titanio.** El dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) es el pigmento blanco más ampliamente utilizado en productos tales como pinturas, barnices, plásticos, papel, tintas, fibras, cosméticos y alimentos, debido a su brillo y su alto índice de refracción. El alto índice de refracción, el cual es solo superado por pocos materiales, permite que el dióxido de titanio se utilice a niveles relativamente bajos para

alcanzar los efectos técnicos deseados (CERAM, 2006; Wikipedia, 2006).

En el rubro alimentario, el dióxido de titanio es altamente eficaz como agente blanqueador para productos de confitería, horneados, quesos, glaseados, coberturas, y complementos alimenticios. Cuando se combina con otros colores se pueden alcanzar tonos pastel suaves. Sin embargo, como el dióxido de titanio no es soluble en agua, éste tendrá que ser dispersado para su aplicación, mediante el uso de vehículos tales como aceites alimentarios, propilenglicol, almíbares o agua con espesantes seleccionados. (Gerdes, 2004; Vaughn, 2006).

**EDTA.** (Etilen-Diamino-Tetracetato de Calcio y Disodio). Es la sal del ácido etilendiamintetracético, más soluble en agua que el ácido. Usos principales:

Regulador de pH: se puede obtener diferente pH del medio según se emplee:

Sal de calcio y sodio: polvo higroscópico de ligero sabor salino, muy soluble en agua. Sus soluciones al 10% provocan un pH entre 6.5 a 7.5

Sal disódica: polvo blanco cristalino muy soluble en agua y cuyas soluciones al 10% ofrecen un pH de 4.3 a 4.7

Agente quelante o secuestrante: Alta afinidad por iones metálicos de hierro, plomo, cobre y zinc, lo que hace que se utilice como sinérgico de antioxidantes. Tiene la ventaja de carecer de sabor propio por lo que, al contrario que al resto de ácidos orgánicos, se le utiliza en aquellos alimentos en los que se requiere su función secuestrante si impartir sabor.

**Fosfato sódico y fosfato potásico.** El ácido fosfórico y sus sales son sustancias inorgánicas de muy amplia solución y aplicación. Las principales funciones de los fosfatos son:

Reguladores de pH: Capacidad para mantener el pH del medio constante.

Agente quelante o secuestrante: Se les asocia un poder antioxidante ya que interaccionan con los iones metálicos (Fe, Cu, etc.) que se encuentran disueltos en el medio, de forma que no puedan participar en las reacciones químicas de oxidación y otras no deseadas. Entre otras.

**Peróxido de hidrógeno.** El peróxido de hidrógeno al 50 % y 70 % son los más comúnmente empleados en el control de

microorganismos, blanqueo de materiales textiles (algodón, lino, lana, seda, etc.), aceites y grasas, pulpa y papel, cuero, piel, paja, jabones, madera, etc., y para la oxidación de colorantes; en síntesis orgánicas y otras reacciones químicas. El peróxido de hidrógeno y sus productos de descomposición (agua y oxígeno) no son tóxicos, sin embargo, las soluciones son irritantes para la piel y principalmente para la mucosa de la nariz y de los ojos.

El peróxido de hidrógeno es un producto seguro, ampliamente usado por ser su acción oxidativa suave, su acción blanqueadora excelente y estable con el tiempo; método de aplicación fácil y seguro; además de muy económico. El peróxido de hidrógeno reacciona en medio ácido, neutro o alcalino y puede emplearse en un medio acuoso o no acuoso.

El agua oxigenada se ha utilizado como agente bactericida en algunos productos, como leche o derivados del pescado, en un proceso conocido con el nombre engañoso de "pasteurización en frío". El agua oxigenada se descompone en general rápidamente y no llega a ingerirse como tal, por lo que no presenta riesgo de toxicidad. Sin embargo, puede alterar el color y destruir algunas vitaminas, por lo que su uso como conservante está prohibido en España.

**Polisorbato 20.** (Monolaurato de sorbitán polioxietilenado, Tween 20). Los sorbéster son emulsionantes más hidrófilos que los monoglicéridos, pero tienen un comportamiento en el medio emulsionado que facilita la formación de emulsiones del tipo W/O. Se utilizan también como detergentes en distintas aplicaciones.

Dispersiones alimentarias: Una dispersión consiste en la unión forzada de dos fases no miscibles de manera natural. En una dispersión se distingue la fase dispersa y la fase continua. La fase dispersa se mantiene distribuida, en forma de gotitas, en la fase continua, obteniendo así una mezcla homogénea y estable entre las dos sustancias inmiscibles. Esta organización se consigue por el carácter dipolar del emulsionante, que le permite orientarse en la zona de la interfase, de manera que favorece un estado de equilibrio. En el campo de los alimentos las dispersiones que tienen mayor importancia son las emulsiones, de las que se pueden encontrar dos tipos:

Emulsiones agua en aceite (W/O): formadas por una fase dispersa de agua, o líquidos miscibles en ella, y una fase continua grasa (mantequilla, margarina, algunas mayonesas industriales, etc.)

Emulsiones aceite en agua (O/W): formadas por una fase dispersa grasa y la fase continua acuosa (leche, nata líquida, mayonesa casera, etc.)

**Sal.** (Cloruro de sodio, NaCl) Sólido blanco, cristalino, que es probablemente el conservante más antiguo conocido, utilizado desde hace más de 5 000 años. Inhibe el crecimiento de los microorganismos por deshidratación de las células de los animales y las plantas, reduciendo la solubilidad del oxígeno e inhibiendo ciertas enzimas. Aunque su uso como condimento está muy extendido, además de condimento es un conservante eficaz en la manteca, margarina, quesos y derivados del pescado.

[4, 8, 10, 14, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29]

## **2.5. Paté: generalidades**

**Desestructuración y reestructuración en productos cárnicos: generalidades.**

En el campo de la charcutería y las salazones, la materia prima es desestructurada antes de ser reestructurada, con excepción de las piezas de pequeño tamaño y de aquellas que se comercializan con huesos.

La desestructuración es más o menos acentuada. El músculo puede dejarse entero o fragmentarse. También la fragmentación puede ser más o menos acentuada. Esquemáticamente se distinguen las piezas, las pastas finas o emulsiones y los productos con picado grosero (grano grueso).

La operación que sigue a la desestructuración consiste en reconstruir este conjunto de materias primas desestructuradas con el fin de darles una cohesión y una textura que las hará aptas para su comercialización. Se distinguen los productos loncheables que serán consumidos en lonchas más o menos finas (jamones, embutidos curados, patés para lonchear, etc.) y los productos untables (cremas y mousses, patés untables, etc.) cuya textura permite su extensión sobre una tostada. Esta clasificación es arbitraria debido a que existen numerosos productos intermedios.

Con el fin de asegurar esta cohesión se dispone de estabilizantes, presentes de forma natural en la carne o añadidos, cuyas funciones esenciales son su capacidad emulsificante, gelificante, espesante y espumante. Cada estabilizante posee una o varias de estas funciones. [5]

### **Emulsiones**

Se agrupan bajo este término los productos elaborados a partir de un picado muy intenso de la materia prima. Un ejemplo son las salchichas de pasta fina y los patés y mousses.

La emulsión es un sistema que comprende dos fases líquidas inmiscibles, normalmente una fase acuosa y una fase grasa. En el ámbito de los productos de charcutería, aunque se habla de emulsión en el caso de los productos finamente picados, puede tratarse de una dispersión de partículas sólidas en una fase líquida. Sin embargo, se pueden asimilar estos productos a emulsiones auténticas del tipo aceite (fase dispersa) en agua (fase continua).

Para elaborar una salchicha de pasta fina o paté de hígado es preciso hacer una emulsión líquida, de viscosidad más o menos grande pero susceptible de ser embutida o introducida en moldes. Esta emulsión debe ser capaz de conservar, bajo la acción de la energía puesta en juego, sus dos fases, continua y dispersa, en equilibrio hasta que la cocción (que también puede desestabilizarla) forme al coagular las proteínas, un conjunto más o menos estructurado pero suficientemente cohesionado y estable, capaz de ser loncheado o untado. Si la emulsión es inestable, se producen dos fenómenos, el desnatado en el cual las partículas de grasa suben a la superficie y la floculación, seguida de una coalescencia. En éstas, las partículas de grasa se reúnen y crean bolsas de grasa que pueden permanecer encerradas en el interior de productos si la coagulación de las proteínas les ha impedido salir. [5]

### **Patés, terrinas y galantitas: descripción**

Cubren una vasta gama de productos de composición, presentación y textura muy diversas. Siempre se comercializan cocidos. Se distinguen de las salchichas por la presencia frecuente de carne de

aves, conejo y caza, también de despojos y estabilizantes. Mientras que en las salchichas y embutidos cocidos la utilización de estabilizantes tiene un objetivo tecnológico y por lo tanto se desea que tengan un gusto neutro en los patés los estabilizantes contribuyen de una manera importante a la aromatización. En los patés de alta calidad se prefiere estabilizantes como leche, huevos frescos y gelatina aromatizada. Las harinas y los almidones también se emplean con frecuencia debido a que el gel que forman no es demasiado rígido y se adapta bien a la textura demandada en los patés. En esta categoría de productos se encuentra también la adición de ingredientes muy sabrosos, nueces, trufas y otros hongos, licores, especias y hierbas aromáticas, etc.

Atendiendo a la textura, se distinguen los patés lonchables pero cuya textura no es tan cerrada como la de las salchichas y los embutidos cocidos, y los patés para untar. [5]

### **Esquema de la elaboración paté de hígado**

En la bibliografía consultada se describe la tabla 1, la cual resume las operaciones envueltas en la elaboración de un paté de hígado.

TABLA 1  
OPERACIONES Y TIEMPOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN  
DE PATÉ DE HÍGADO

Operación	Tiempo	Tiempo acumulad	Velocidad en RPM
Mezcla del agua y emulsificante	15"	15"	1500
Adición de grasas calientes	15"	30"	1500
Picado en la cutter	1'15"	1'45"	3200
Adición del condimento	15"	2'00"	1500
Picado en la cutter	1'00"	3'00"	3200
Adición del hígado	15"	3'15"	1500
Picado final en la cutter	1'15"	4'30"	3200

FUENTE: GUILMOTO Y JACQUET, 1994

### **Composición de un paté de hígado**

La tabla 2, describe la composición porcentual de un paté de hígado descrito en la bibliografía consultada.

TABLA 2  
COMPOSICIÓN PORCENTUAL DEL CONTENIDO DE PATÉ DE  
HÍGADO

<b>Componentes</b>	<b>Contenido en %</b>
Hígado	26.6
Grasa	40.0
Agua	30.0
Emulsificante glicérido	1.0
Sal nitrificante	2.0
Especies	0.2
Azucares	0.2

FUENTE: (GUILMOTO Y JACQUET, 1994)

# CAPÍTULO 3

## 3. PROCESO DE LAVADO DE LA CARNE NEGRA DE THUNNUS ALALUNGA

### 3.1 Descripción del proceso general de lavado de la carne negra de Thunnus alalunga

La idea principal de este trabajo, consiste en utilizar el método de lavados de carne de pescado para la obtención de “surimi” con el fin de lavar la carne negra de atún y de esta manera obtener una carne clara, sin sabor y sin olor característico de la misma.

El lavado de carne de atún, se basa en el proceso de elaboración de surimi. El mismo empieza con un picado fino de la carne a tratar, después esta carne es pesada con el fin de obtener la relación de agua:carne, en este trabajo se utilizó la relación de 6 partes de agua por cada parte de carne de atún. En un recipiente se coloca la carne a tratar y la cantidad de agua necesaria para el proceso, es importante señalar que el agua debe de estar entre 5 y 10 ° C con el fin de mantener la calidad del pescado. Luego se procede a agitar el

contenido del recipiente por un tiempo de 20 minutos. Después se deja este contenido en reposo por 20 minutos más y se elimina el agua del lavado. Este proceso se repite tres veces y después de cada periodo de reposo se elimina el agua y se agrega agua limpia. En el último enjuague, como paso final se procede a escurrir el agua utilizada tratando de dejar la carne sin restos de agua, con la ayuda de un tamiz. En la figura 3.1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de lavado de la carne de atún.

### **3.2. Desarrollo de pruebas preliminares**

Con el fin de llegar al proceso más eficiente para el aprovechamiento de la carne negra de atún, se realizó varias pruebas preliminares, que su misión fue guiar el método más eficiente para lograr el blanqueo y desodorización de la carne negra de atún.

Durante las pruebas preliminares se establecieron las características físicas que debía cumplir la carne a tratar. En esta etapa también se estudiaron algunos aditivos que fueron seleccionados tanto por consultas bibliográficas como por recetas no científicas, los mismos que fueron probados para analizar el efecto que tenían sobre el blanqueo y desodorización de la carne negra de atún.

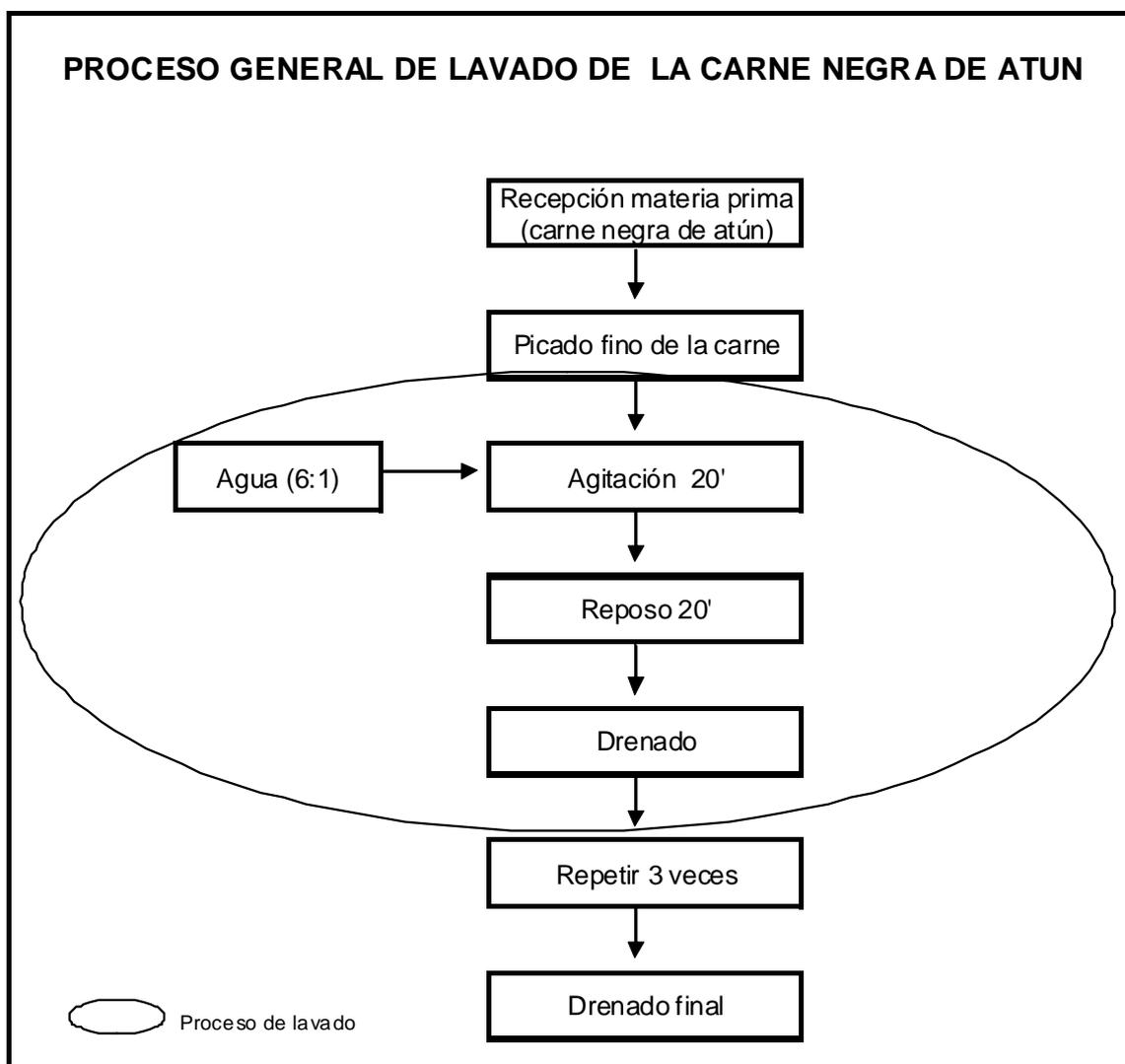


FIGURA 3. 1 PROCESO GENERAL DEL LAVADO DE ATÚN

### 3.2.1 Caracterización física de materia prima

Para determinar la condición física de la carne de atún para este trabajo, se realizaron pruebas en carne precocida y cruda.

La carne cruda se estudió fresca y almacenada a bajas temperaturas.

**Carne Precocida.** Al empezar este trabajo, se creyó posible aprovechar el desperdicio de la industria enlatadora de atún; es decir aprovechar la carne negra que la industria enlatadora de atún desecha o utiliza para elaboración de alimento para gatos. En el apéndice A se puede observar el diagrama de flujo de la elaboración de atún en lata, como se puede ver, el atún después de pasar las pruebas de calidad, entra a una etapa de precocción, con el fin de facilitar la siguiente etapa. La siguiente etapa, el fileteado, es donde se separa la carne blanca que seguirá el proceso de enlatado, y los desperdicios: vísceras, piel, huesos, cabeza, cola y la carne negra.

Durante las pruebas preliminares se tomó muestras de carne negra que salieron de la etapa de fileteado en un empresa enlatadora de atún y se las sometió al proceso de lavado descrito al inicio de este capítulo.

**Carne cruda.** Por razones de logística, el atún no era provisto a la planta todos los días. Por lo que cierta parte del embarque era llevado directo al proceso de enlatado y el resto iba a las cámaras de frío para después ser procesado. Por ende, las pruebas se realizaron con carne fresca, carne almacenada bajo temperaturas de refrigeración (5° C) y carne almacenada bajo temperaturas de congelación (-25° C).

En esta etapa de las pruebas preliminares en los tres casos (fresco, refrigerado y congelado) el pescado era fileteado crudo y se separaba la carne negra y se la sometía al proceso de lavado.

### **3.2.2 Agentes de blanqueo**

Una vez determinada la característica física óptima para realizar el proceso de lavado, se procedió a un estudio preliminar de aditivos alimenticios con el fin de buscar mejores resultados que los ya obtenidos mediante el lavado de la carne negra de atún con agua.

En la tabla 3 se resumen cuales fueron los aditivos estudiados durante esta etapa, y la razón por la que los mismo fueron seleccionados para su estudio.

Con el fin de facilitar el estudio de estos aditivos se los clasificó en aditivos orgánicos y aditivos inorgánicos, resaltando que en ambos casos los aditivos son alimenticios y seguros. Cabe recalcar que durante todas las pruebas se realizaba simultáneamente una prueba “testigo” que consistía en realizar el proceso de blanqueo mencionado anteriormente solo con agua, sin ningún tipo de aditivo.

TABLA 3  
ADITIVOS ESTUDIADOS EN PRUEBAS PRELIMINARES Y  
ARGUMENTO PARA SU ESTUDIO

ADITIVO	ARGUMENTO
Ácido ascórbico	Es un buen antioxidante, previene el pardeamiento en algunos alimentos
Ácido cítrico	Es un buen antioxidante. En pescado fresco, reacciona coagulando la proteína del músculo y dando como resultado una carne blanca.
Papaina	Enzima proteolítica.
Bicarbonato de Sodio	Prueba empírica. Se toma en cuenta que el Bicarbonato de Sodio es un agente blanqueador, no tóxico y usado en la industria alimenticia.
Dióxido de titanio	Pigmento blanco brillante ampliamente usado en la industria alimentaria.
EDTA	Agente quelante o secuestrante: Alta afinidad por iones metálicos de hierro, plomo, cobre y zinc, lo que hace que se utilice como sinérgico de antioxidantes
Fostatos sódico/potásico	Usados por una marca comercial "Blankett natur", aditivo blanqueador para filetes de pescado.
Peróxido de hidrógeno	El peróxido de hidrógeno al 50 % y 70 % son los más comúnmente empleados en el control de microorganismos, blanqueo de materiales textiles ( algodón, lino, lana, seda, etc. ), aceites y grasas, pulpa y papel, cuero, piel, paja, jabones, madera, etc.,
Polisorbato 20	Emulsionantes más hidrófilos que los monoglicéridos, pero tienen un comportamiento en el medio emulsionado que facilita la formación de emulsiones del tipo W/O. Se utilizan también como detergentes en distintas aplicaciones
NaCl	Insumo principal en la técnica del Surimi. Las sales en solución están directamente asociadas a la solubilidad de las proteínas

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

### Aditivos orgánicos

En la tabla 4 se presentan las pruebas realizadas y cómo se llevaron a cabo.

### Aditivos inorgánicos

En la tabla 5 se presentan las pruebas realizadas y cómo se llevaron a cabo.

TABLA 4  
ADITIVOS ORGÁNICOS – METODOLOGÍA

ADITIVO	METODOLOGÍA
Ácido ascórbico	Fue utilizado conjuntamente con fosfato sódico y potásico en un aditivo de la industria pesquera con nombre comercial "Blankett natur". En el agua de lavado del proceso se agregó la relación de 20 gr/Lt.
Ácido cítrico	Se realizaron las pruebas con ácido cítrico con 2 concentraciones: al 5% y al 10%.
Papaina	Se estudio la acción de la papaína bajo su presentación comercial "ablandador de carne". Se realizaron pruebas con 2 concentraciones al 5% y a 10% en solución.

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

TABLA 5  
ADITIVOS INORGÁNICOS - METODOLOGÍA

<b>ADITIVO</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
Bicarbonato de Sodio	Se realizaron las pruebas con bicarbonato de sodio en solución, con 4 concentraciones: 2, 5, 8 y 10 %.
Dióxido de titanio	Al ser el dióxido de titanio insoluble en agua, se encontró en una reseña bibliográfica el siguiente procedimiento: en 1 g. de goma xanthan disolver 20 g. de dióxido de titanio y usar esto por cada 79 ml de agua.
EDTA	Se realizaron las pruebas con EDTA en solución con 3 concentraciones distintas: 0.2, 0.5 y 1 %.
Fosfatos sódico/potásico	Ver ácido ascórbico.
Peróxido de hidrógeno	Se realizaron las pruebas con peróxido de hidrógeno en su presentación comercial "agua oxigenada 10 volúmenes" con 2 concentraciones: al 5% y al 10%.
Polisorbato 20	Se realizaron las pruebas con polisorbato 20 en su presentación comercial "Tween 20" con 3 concentraciones: al 0.3, 0.5 y al 1%.
NaCl	Se realizaron las pruebas con NaCl (sal de mesa) en solución con 5 concentraciones: al 1, 2, 3, 4, y 5%.

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

### **3.3 Diseño experimental en pruebas de agentes de blanqueo**

#### **3.3.1 Determinación de factores**

Para el diseño experimental de este trabajo se determinó un solo factor ADITIVO

Se determinó 8 niveles que se llamarían TRATAMIENTO y corresponden a las distintas combinaciones entre los 3 aditivos estudiados.

La variable respuesta fue el COLOR, la misma que se llevó a variable numérica mediante la medición en una carta de color Pantone, utilizando como respuesta el valor numérico de la misma. Para este diseño se evaluaron 3 REPETICIONES.

Cabe recalcar que los aditivos utilizados fueron seleccionados después de realizar las pruebas preliminares, considerando los

que arrojaron los mejores resultados durante las mismas. Por otro lado, considerando este experimento como fase exploratoria, la concentración de los aditivos no fue sometida a variaciones, sino que se mantuvo constante, dicha concentración se la determinó durante las pruebas preliminares.

Al analizar los datos, se estableció entonces, que el diseño de experimentos tendría 8 tratamientos, que hacen referencia a cada una de las combinaciones de los aditivos. En la tabla 6 se presenta los detalles de cada uno de los tratamientos.

En la tabla 6 la columna "Tratamiento" hace referencia al nombre que se le designo a cada una de las combinaciones obtenidas. La columna "Contenido" se refiere a la composición de cada tratamiento, 0 indica la ausencia del aditivo, según la posición dentro de la columna, dentro del siguiente orden: EDTA, Polisorbato 20 y sal. Es decir, por ejemplo en la fila del tratamiento F, se detalla: 0, Polisorbato 20 y 0, eso quiere decir que el EDTA y el NaCl están ausentes en dicho tratamiento.

TABLA 6  
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CADA TRATAMIENTO

<b>Tratamiento</b>	<b>Contenido</b>
A	EDTA Polisorbato 20 NaCl
B	EDTA Polisorbato 20 0
C	EDTA 0 NaCl
D	EDTA 0 0
E	0 Polisorbato 20 NaCl
F	0 Polisorbato 20 0
G	0 0 NaCl
H	0 0 0

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

Por otro lado, con el fin de mantener el principio de aleatorización se utilizó la herramienta del programa Minitab 15: DOE (Create Factorial Design) para establecer el orden para realizar cada uno de los experimentos. Estos datos se pueden observar en la figura 3.2. donde las columnas C5, C6 y C7, representan a cada uno de los aditivos; cabe recalcar que se tomo como referencia que el valor 1 era para indicar presencia del aditivo y 2 la ausencia.

### 3.3.2. Determinación de variable de respuesta

En este trabajo, se buscaba determinar si mediante la técnica del surimi era posible arrastrar el color de la carne negra de atún con el fin de poder utilizarla para el consumo humano. Entonces la variable de respuesta en este diseño de experimento es el color final de la carne negra de atún después del lavado.

DOS.MPJ

File Editor Tools Window Help

Worksheet 2 \*\*\*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	EDTA	Polisorbato 20	NaCl
1	2	1	1	1	1	1	2
2	23	2	1	1	2	2	1
3	10	3	1	1	1	1	2
4	22	4	1	1	2	1	2
5	17	5	1	1	1	1	1
6	5	6	1	1	2	1	1
7	6	7	1	1	2	1	2
8	9	8	1	1	1	1	1
9	16	9	1	1	2	2	2
10	1	10	1	1	1	1	1
11	19	11	1	1	1	2	1
12	12	12	1	1	1	2	2
13	20	13	1	1	1	2	2
14	14	14	1	1	2	1	2
15	4	15	1	1	1	2	2
16	21	16	1	1	2	1	1
17	13	17	1	1	2	1	1
18	8	18	1	1	2	2	2
19	11	19	1	1	1	2	1
20	3	20	1	1	1	2	1
21	7	21	1	1	2	2	1
22	18	22	1	1	1	1	2
23	24	23	1	1	2	2	2
24	15	24	1	1	2	2	1

FIGURA 3. 2 ORDEN DE EXPERIMENTOS ESTABLECIDO POR SOFTWARE MINITAB 15

En la bibliografía consultada (“La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica” de Antonio Anzaldúa-Morales) señala que *“La medición del color puede efectuarse usando escalas de color. Estas pueden consistir de ejemplos típicos de alimentos (Brennan y col.,1976), mostrando toda la gama de colores que pueden presentarse en las muestras o usando para ello fotografías o modelos hechos de plástico o yeso coloreado (Orellana, 1974). O bien, puede tratarse de escalas construidas basándose en un Atlas de colores (Villalobos-Dominguez y Villalobos, 1947), o con muestras de catálogos o folletos de colorantes o pinturas. ... La escala se construye en base a dichas listas o catálogos de color.*

*La escala debe abarcar todos los tonos e intensidades posibles en las muestras a evaluar, colocados en orden creciente de intensidad o valor, y se asignan valores numéricos a cada punto de la escala. Las muestras se comparan visualmente con dicha escala, y se les asigna el número correspondiente según ella. Dicho valor numérico es completamente arbitrario, pero si la escala es utilizada siempre en la misma forma y con las mismas condiciones de prueba, los resultados pueden ser considerados válidos y pueden ser tratados como datos cuantitativos que pueden ser sometidos a análisis estadístico o de otro tipo.”*

Como señala la bibliografía los colores deben de tener valores numéricos, entonces se procedió a utilizar los tonos apropiados (ver apéndice B) de la escala "Pantone" y el resultado en lugar del nombre del color se asignó el número con el que la carta designa a cada tono. De este modo los resultados de este diseño son color pero al usar el número de la escala se pueden tratar como datos numéricos para el análisis estadístico de los mismos.

# CAPÍTULO 4

## 4. ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis de resultados de pruebas preliminares

Caracterización de la materia prima

Después de realizar las pruebas preelminares se observó que al someter la carne de atún precocida al tratamiento de blanqueo no se obtuvo ningún resultado. El color no era arrastrado y que la carne al final de los lavados tenía un olor marisco como señal que la grasa de la carne se estaba enranciando. Al observar que las pruebas no obtenían resultados satisfactorios se procedió a realizar las pruebas en carne cruda.

En las pruebas con carne cruda se pudo observar que se obtenían mejores resultados que en las pruebas de carne precocida, sin embargo no se obtenía un resultado parejo entre muestra y muestra.

Al analizar las características de las muestras se observó que se obtenía los mejores resultados cuando la carne era fresca, seguidos de la carne almacenada en temperaturas de refrigeración, y no muy apreciables si la carne había sido guardada en congelación.

Es decir que en la primera fase de las pruebas preliminares se determinó que para obtener buenos resultados la carne debía ser lo mas fresca posible, ya que en este estado era donde se podía arrastrar la mayor cantidad de color de la misma y el olor fuerte no llegaba a desarrollarse.

#### Aditivos utilizados

En la tabla 7 se describe las observaciones encontradas durante las pruebas con aditivos orgánicos.

Por otro lado, las observaciones halladas con los aditivos inorgánicos se resumen en la tabla 8

TABLA 7  
OBSERVACIONES DE LAS PRUEBAS CON ADITIVOS  
ORGÁNICOS

ADITIVO	OBSERVACIONES
Ácido ascórbico	No produjo cambio importante frente a prueba testigo.
Ácido cítrico	Carne perdió textura. Proteína fue hidrolisada y la carne se quedó en "hilachas"
Papaina	Carne perdió textura. Proteína fue hidrolisada y la carne se quedó en "hilachas"

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

De las observaciones encontradas durante la segunda fase de las pruebas preliminares, se puede recalcar los siguientes puntos:

El ácido cítrico y la papaina, desmenuzaron la carne negra de atún a un punto que en el drenado la carne se iba junto con el agua a través del colador. Dejando muy poca carne la cual estaba desintegrada y sin textura.

El bicarbonato no produjo mayor resultado. El resultado era muy similar a la prueba testigo. Un resultado similar se obtuvo con el producto "Blankett" (ácido ascórbico, fosfato sódico y potásico).

TABLA 8  
OBSERVACIONES DE LAS PRUEBAS CON ADITIVOS  
INORGÁNICOS

ADITIVO	OBSERVACIONES
Bicarbonato de Sodio	Pruebas al 8 y 10% mejores resultados frente a prueba testigo.
Dióxido de titanio	Aditivo insoluble; a pesar de usar goma xanthan no logro emulsionar la solución por completo. El dióxido de titanio se apelmazó y estos pedazos de aditivo se pegaron a la carne, dejandola con "pecas" blancas.
EDTA	Resultados favorables frente a prueba testigo. Solución al 0.5 y 1% produjeron resultados similares.
Fostatos sódico/potásico	Ver ácido ascórbico.
Peróxido de hidrógeno	En cuanto al color se obtuvieron resultados similares a la prueba testigo. El agua oxigenada enranció la grasa y produjo un olor desagradable.
Polisorbato 20	Resultados favorables frente a prueba testigo. Solución al 0.5 y 1% produjeron resultados similares.
NaCl	Resultados favorables frente a prueba testigo. Soluciones al 3, 4, y 5% produjeron resultados similares.

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

El dióxido de titanio no llegó a disolverse por completo ya que no se utilizó exactamente como indicaba la literatura. Por lo que el mismo

se terminó pegando en la carne quedando como si a la misma se le hubiese echado talco encima.

El peróxido de hidrógeno aclaró un poco el tono de la carne negra de atún, pero al finalizar el proceso, la carne tenía olor a rancio.

Por último la sal, el EDTA, y el polisorbato 20 produjeron cambios positivos en la coloración de la carne manteniendo la textura de la misma y sin olores desagradables.

## **4.2 Análisis de resultados de diseño experimental**

### Resultados

Los resultados obtenidos con los distintos tratamientos se ven resumidos en la tabla 9. Cabe recalcar que dicho cuadro en la columna contenido el número 1 se refiere a presencia de EDTA, el número 2 a la presencia de Polisorbato 20, el número 3 presencia de NaCl y el número 0 ausencia de cualquiera de los aditivos.

TABLA 9  
 RESULTADOS DE LOS COLORES OBTENIDOS  
 EN LOS EXPERIMENTOS

TRATAMIENTO	CONTENIDO	REPETICIONES		
A	1	427	423	427
	2			
	3			
B	1	365	360	365
	2			
	0			
C	1	420	423	423
	0			
	3			
D	1	367	371	365
	0			
	0			
E	0	414	371	414
	2			
	3			
F	0	360	365	360
	2			
	0			
G	0	367	367	365
	0			
	3			
H	0	355	355	355
	0			
	0			

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

Por otro lado, es de importancia decir que a mayor número mejor resultado obtenido como se puede observar en la carta de colores utilizada (ver apéndice B).

## Análisis de Varianza

A simple vista, de la tabla 9 se puede decir que el mejor resultado se obtuvo en el tratamiento "A" que por su descripción señala que es en el que se emplearon los 3 aditivos; pero el diseño tiene que ser sometido a las pruebas estadísticas para comprobar si los tratamientos tenían diferencias significativas entre ellos. Para ello se utilizó la herramienta "One way ANOVA". En la figura 4.1 se pueden observar los resultados obtenidos en dicho software.

Considerando un nivel de significancia del 95%,  $\alpha = 0.05$ .

Donde:

$$H_0: A = B = C = D = E = F = G = H$$

$$\wedge H_i: \neg H_0$$

Si  $P < \alpha$ , se rechaza  $H_0$ . Se puede asegurar entonces que los tratamientos tienen diferencia significativa entre ellos.

Como se puede observar en la figura 4.1 el valor de  $p = 0.000$ ; entonces se puede afirmar que  $P < \alpha$ , es decir que EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA entre los tratamientos.

En la figura 4.2 se presentan los resultados promedio de cada una de las repeticiones de cada tratamiento.

En la figura 4.2, podemos observar que el mejor resultado se obtiene con el tratamiento A, seguido por el tratamiento C, y seguido por el tratamiento E. De ahí el resto de tratamientos sus resultados están por debajo de la media.

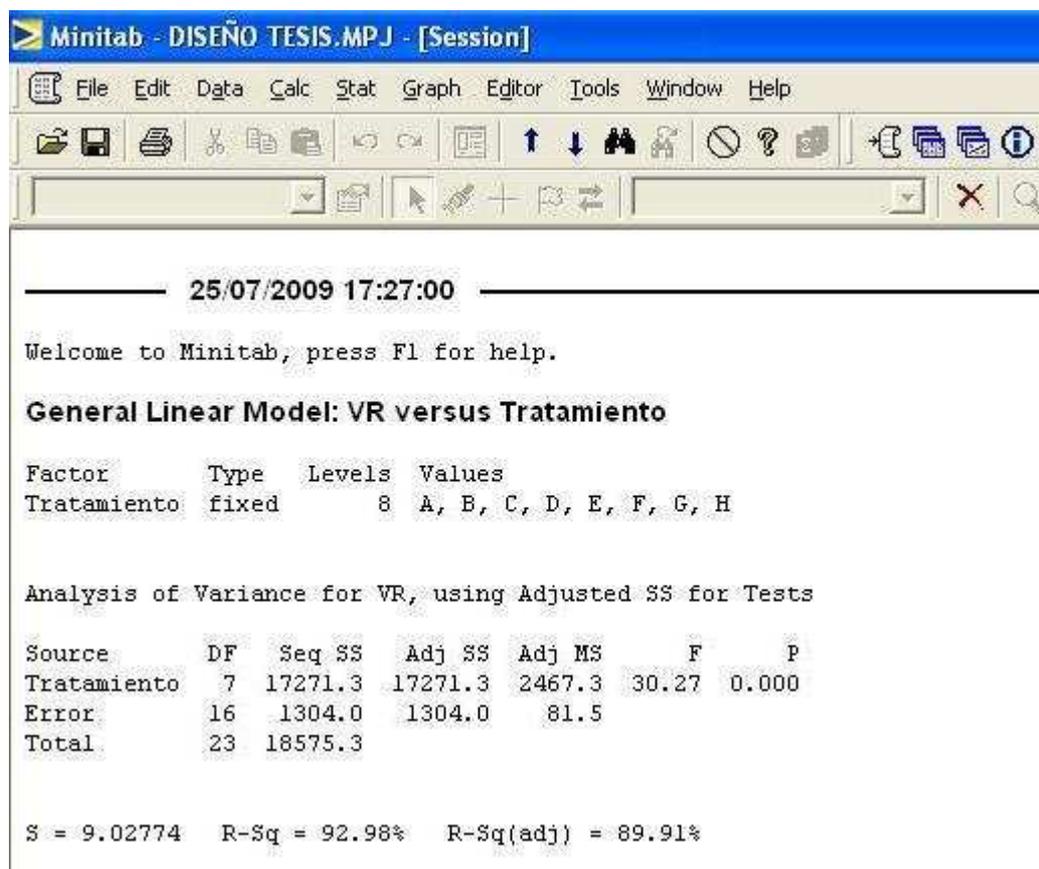


FIGURA 4.1 RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE PROGRAMA ESTADISTICO MINITAB "VARIABLE RESPUESTA VS TRATAMIENTO"

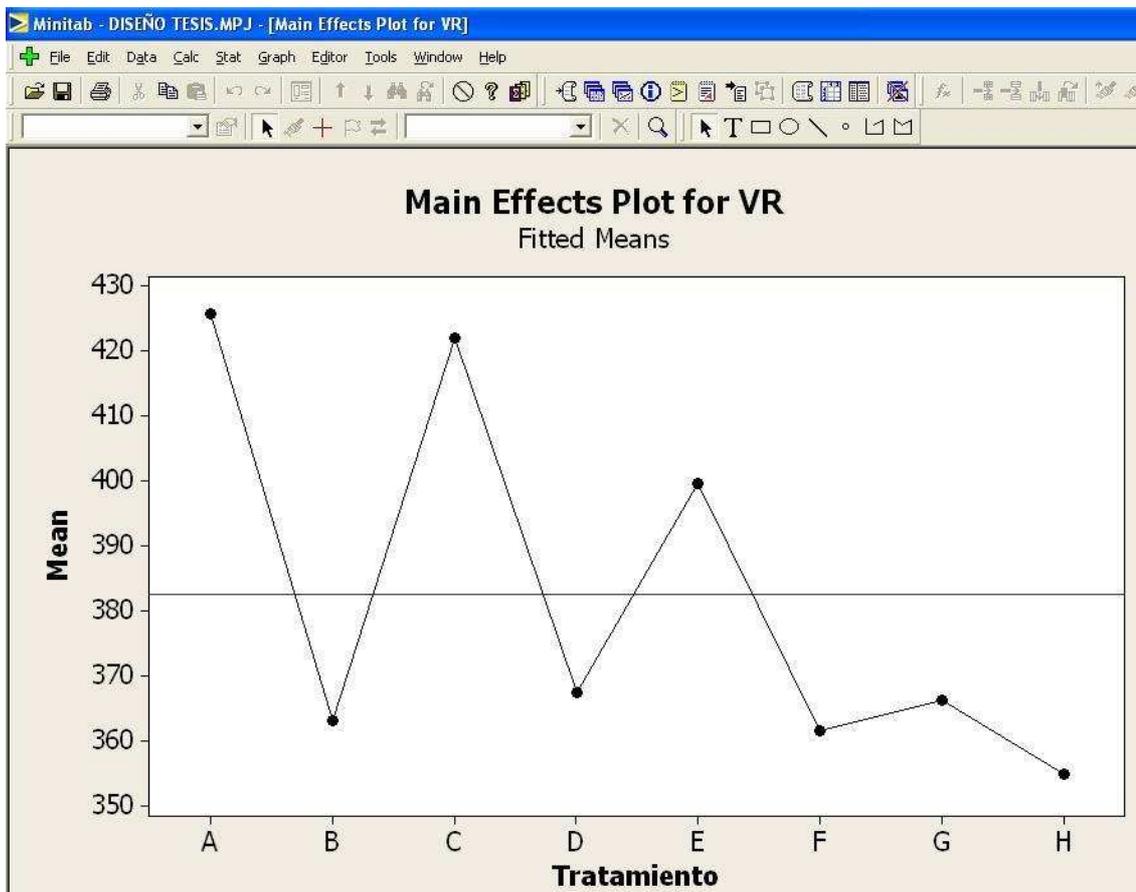


FIGURA 4.2 GRAFICA DE EFECTOS PRINCIPALES OBTENIDA MEDIANTE PROGRAMA ESTADISTICO MINITAB 15 "VR VS TRATAMIENTO"

#### Comparación por pares

Al observar la figura 4.2 se puede decir que los resultados que son relevantes en este proyecto sería los tratamientos A, C y E. Ya que el resto de resultados están por debajo de la media obtenida en este trabajo.

En la tabla 6 en la columna donde se detalla el contenido de cada uno de los tratamientos determina que: A es el tratamiento que contiene EDTA, Polisorbato 20 y NaCl, C es el tratamiento que contiene EDTA y NaCl, y E es el tratamiento que contiene Polisorbato 20 y NaCl.

Si el mejor resultado se obtuvo en A, que es el tratamiento más costoso ya que utiliza los 3 aditivos, es importante analizar si existen o no diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, para así poder determinar con certeza cual sería el mejor de ellos.

Para este fin, se utilizó el análisis de Tukey con un nivel de confianza del 95%. En la tabla 4.2 se sintetiza los resultados obtenidos de esta prueba.

Estos resultados de la tabla 10 también se los puede ver en el apéndice C, donde se encuentran en el formato del programa Minitab.

TABLA 10  
RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PARES DE  
TUKEY

A sustraído de: B, C, D, E, F, G, H					D sustraído de: E, F, G, H				
			Intervalos	Entonces			Intervalos	Entonces	
Ho: A = B = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -87.87 a -36.79	Se rechaza Ho	Ho: D = E = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de 6.46 a 57.54	Se rechaza Ho	
Ho: A = C = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -29.21 a 21.87	Se acepta Ho	Ho: D = F = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -31.54 a 19.54	Se acepta Ho	
Ho: A = D = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -83.51 a -32.46	Se rechaza Ho	Ho: D = G = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -26.87 a 24.21	Se acepta Ho	
Ho: A = E = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -51.54 a -0.46	Se rechaza Ho	Ho: D = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -38.21 a 12.87	Se acepta Ho	
Ho: A = F = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -89.54 a -38.46	Se rechaza Ho					
Ho: A = G = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -84.87 a -33.79	Se rechaza Ho	<b>E sustraído de: F, G, H</b>				
Ho: A = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -96.21 a -45.13	Se rechaza Ho			Intervalos	Entonces	
					Ho: E = F = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -63.54 a -12.46	Se rechaza Ho	
<b>B sustraído de: C, D, E, F, G, H</b>					Ho: E = G = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -58.87 a -7.79	Se rechaza Ho	
			Intervalos	Entonces	Ho: E = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -70.21 a -19.13	Se rechaza Ho	
Ho: B = C = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de 33.13 a 84.21	Se rechaza Ho	<b>F sustraído de: G, H</b>				
Ho: B = D = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -21.21 a 29.87	Se acepta Ho			Intervalos	Entonces	
Ho: B = E = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de 10.79 a 61.87	Se rechaza Ho	Ho: F = G = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -20.87 a 30.21	Se acepta Ho	
Ho: B = F = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -27.21 a 23.87	Se acepta Ho	Ho: F = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -32.21 a 18.87	Se acepta Ho	
Ho: B = G = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -22.54 a 28.54	Se acepta Ho					
Ho: B = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -33.87 a 17.21	Se acepta Ho	<b>G sustraído de: H</b>				
<b>C sustraído de: D, E, F, G, H</b>							Intervalos	Entonces	
			Intervalos	Entonces	Ho: G = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho	de -36.87 a 14.21	Se acepta Ho	
Ho: C = D = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -79.87 a -28.79	Se rechaza Ho					
Ho: C = E = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -47.87 a 3.21	Se acepta Ho					
Ho: C = F = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -85.87 a -34.79	Se rechaza Ho					
Ho: C = G = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -81.21 a -30.13	Se rechaza Ho					
Ho: C = H = 0	Vs. Hi: $\neg$ Ho		de -92.54 a -41.46	Se rechaza Ho					

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

En el primer recuadro de la tabla 10 se describe si el tratamiento A es estadísticamente diferente o igual al resto de tratamientos. De aquí se puede notar que no existe diferencia significativa entre el tratamiento A y el tratamiento C; y por otro lado A tiene diferencias significativas con el resto de tratamientos.

Es decir que si se busca obtener el mejor resultado se puede aplicar tanto el tratamiento A como el tratamiento C y se tendrían estadísticamente los mismos resultados. Cabe recalcar que al usar el tratamiento C esto representa un ahorro en insumos ya que el mismo solo emplea dos de los aditivos estudiados.

Entonces se puede considerar que el tratamiento C, es la opción seleccionada, ya que proporciona los mismos resultados que el tratamiento A, pero con un ahorro de insumos.

Tomando en cuenta las diluciones de insumos de tratamiento, dicho ahorro se muestra en la tabla 11.

Como se puede observar en la tabla 11 si se compara el costo de tratar 1000 gramos de carne de pescado usando los tres aditivos el mismo sería de \$5.51 frente a si se trata 1000 gramos de carne de pescado solo con EDTA y sal el costo sería de \$2.05

TABLA 11  
TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DEL TRATAMIENTO A Y EL  
TRATAMIENTO C

<b>TRATAMIENTO A</b>			
<b>Ingredientes</b>	<b>Peso Kg.</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo</b>
pescado	1	\$ 5,00 /kg	\$ 0,00
Agua	18	\$ 1,89 /m3	\$ 0,10
EDTA	0,18	\$ 3,58 /kg	\$ 1,93
TWEEN 20	0,18	\$ 6,40 /kg	\$ 3,46
sal	0,54	\$ 2,65 /50 kg	\$ 0,02
			<b>\$ 5,51</b>
<b>TRATAMIENTO C</b>			
<b>Ingredientes</b>	<b>Peso Kg.</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo</b>
pescado	1	\$ 5,00 /kg	\$ 0,00
Agua	18	\$ 1,89 /m3	\$ 0,10
EDTA	0,18	\$ 3,58 /kg	\$ 1,93
sal	0,54	\$ 2,65 /50 kg	\$ 0,02
			<b>\$ 2,05</b>

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

### 4.3 Diagrama del proceso establecido

Diagrama de flujo del proceso de blanqueo

Ver figura 4.3

## Descripción del proceso de blanqueo

**Recepción.** El primer paso empieza con la recepción de materia prima, el atún es analizado sensorialmente ya que se observa el estado del mismo y se procede a oler las agallas para una evaluación rápida del estado de frescura del mismo. Luego se comprueba que la temperatura del mismo no sea mayor a 7° C, siendo óptimo entre 0° y 5° C. Luego se realiza el análisis de histaminas. Después de pasar estas pruebas el atún está apto para ser procesado.

**Filetado.** El segundo paso, el fileteado, el atún es separado de sus desechos como cabeza, cola, espinas, piel y vísceras, quedando así la carne negra junto a la carne blanca.

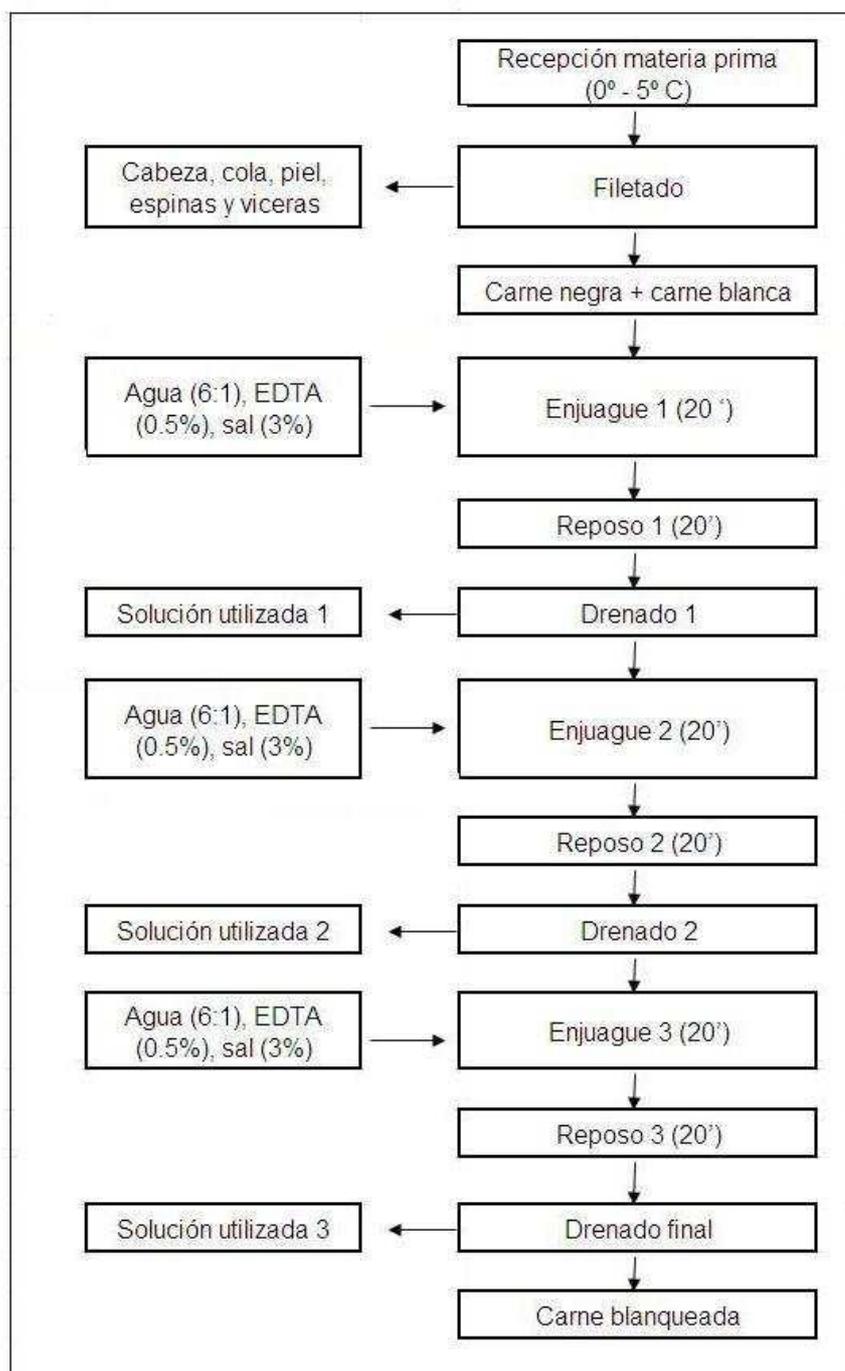


FIGURA 4.3 DIGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO ESTABLECIDO

**Adición de agua y aditivos.** Ambas carnes son sometidas al los enjuagues para así conseguir una pasta insabora. En el enjuague se agrega agua en una proporción de 6 (medida en peso) por cada 1 (medida en peso) de carne que se tenga. Es decir, que si se tiene 1 kg. de carne a tratar, se agregan 6 kg. de agua para tratarla. Junto al agua, se agrega los aditivos: EDTA 0.5% y sal 3%, ambos aditivos se agregan junto al agua en solución donde el porcentaje corresponde a la concentración de cada uno en la solución.

**Enjuague.** El enjuague dura 20 minutos donde la carne y la solución de lavado se agitan.

**Reposo.** Después del enjuague, se deja la carne y la solución de lavado 20 minutos en reposo, es decir sin agitación alguna.

**Drenaje.** Después del reposo se procede a drenar la solución con el fin de separar la solución de enjuague utilizada de la carne en tratamiento.

**Repeticiones y drenado final.** Después del drenado se agrega una solución de lavado nueva, para proceder de nuevo al tratamiento de enjuague, reposo y drenado. Este tratamiento se lo realiza 3 veces, pero en el drenado final, se retira la mayor cantidad de agua posible con el fin de no agregar agua a la carne tratada.

**Carne Blanqueada.** Después del drenado final, la carne ya se encuentra blanqueada, dejando así una pasta con una coloración muy tenue y con un sabor casi imperceptible.

# CAPÍTULO 5

## 5. ELABORACIÓN DE UN SUBPRODUCTO CON LA CARNE TRATADA

*“El surimi no es un alimento en sí pero sirve como materia prima para la elaboración de productos como palitos de pescado o sucedáneos de marisco.”*

Como describe la literatura consultada, después de someter al músculo de pescado al proceso de lavados múltiples, esta carne no puede ser utilizada directamente, la misma queda como una masa sin color ni sabor. La característica principal para que la misma pueda ser utilizada como materia prima para otro producto, es la capacidad de formar un gel.

Es decir, después del proceso de lavados múltiples descrito en el capítulo anterior, la carne tratada es una pasta rica en proteínas insolubles, sin sabor ni color que puede ser utilizada para la elaboración de varios productos cárnicos.

### **5.1 Determinación de la fórmula de paté utilizando como ingrediente la carne negra de *Thunnus alalunga* tratada para su blanqueo.**

Después de obtener la carne de atún blanqueada y libre de sabores fuertes, para que la misma pueda ser evaluada por un panel tenía que ser convertida en un producto final industrial. El producto elegido fue el paté de atún.

#### Características generales

Para este trabajo se partió de la información ya descrita en el capítulo 2 (sección 2.5) de la literatura consultada. Aquí describen una fórmula para un paté de hígado, donde la grasa es el 40% del peso y el hígado es apenas el 26.6%, también se consideró el uso del emulsionante glicérido. Durante las pruebas con esta fórmula se observó que el paté no tenía

textura alguna, por lo que se fue bajando la cantidad de grasa en la fórmula y aumentando la carne de atún.

Otro factor que se consideró para la formulación final del paté, fue el hecho de que la carne tratada había perdido las proteínas solubles, por lo que a la fórmula se le adicionó aislado de proteína de soya, con el fin de suplementar la pérdida de proteínas solubles.

Otra guía utilizada para determinar la fórmula para este paté fue consultar la etiqueta de un paté de atún (ver apéndice D) donde se señala que la cantidad de carne de atún que contiene el mismo es del 44% del peso y que el aceite vegetal es del 13%. Llevando estos datos como guías se hicieron varias pruebas para llegar a la textura deseada.

El saborizante seleccionado para el producto final fue el “sabor a salame”. Considerando el factor costos y que el mismo es un saborizante muy distribuido a nivel nacional. Por otro lado, al

adicionar un sabor totalmente distinto al sabor original de la carne de atún, si este producto era aceptado sin detectar el sabor original estaría comprobado así la efectividad del proceso.

En cuanto al envase, en el mercado existe paté de atún envasado en lata, y paté del hígado envasado en tripas artificiales. Debido a que la cantidad de paté que se producía durante el estudio era pequeña, se optó por la tripa artificial, esto llevaría un proceso de conserva de pasteurización más el uso de nitritos en la fórmula.

Fórmula utilizada para la elaboración del paté de atún

(Ver tabla 12)

TABLA 12  
 COMPOSICIÓN APROXIMADA PORCENTUAL DEL  
 CONTENIDO DE INGREDIENTES DEL PATÉ REALIZADO EN  
 ESTE TRABAJO

Ingrediente	Porcentaje %
Carne de atún tratada (mezcla de carne blanca y carne negra de atún)	< 25
Aceite	< 15
Preoteína de soya aislada	< 21
Agua	< 37
Sal	< 2
Nitrito	< 1
Emulsificante glicérido	< 1
Saborizante	< 2
Especias	< 0.5

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

Diagrama de flujo del proceso de elaboración del paté de atún con sabor a salame a partir de carne de atún blanqueada y desodorizada.

(ver figura 5.1)

Descripción del proceso de elaboración del paté de atún con sabor a salame a partir de carne de atún blanqueada y desodorizada.

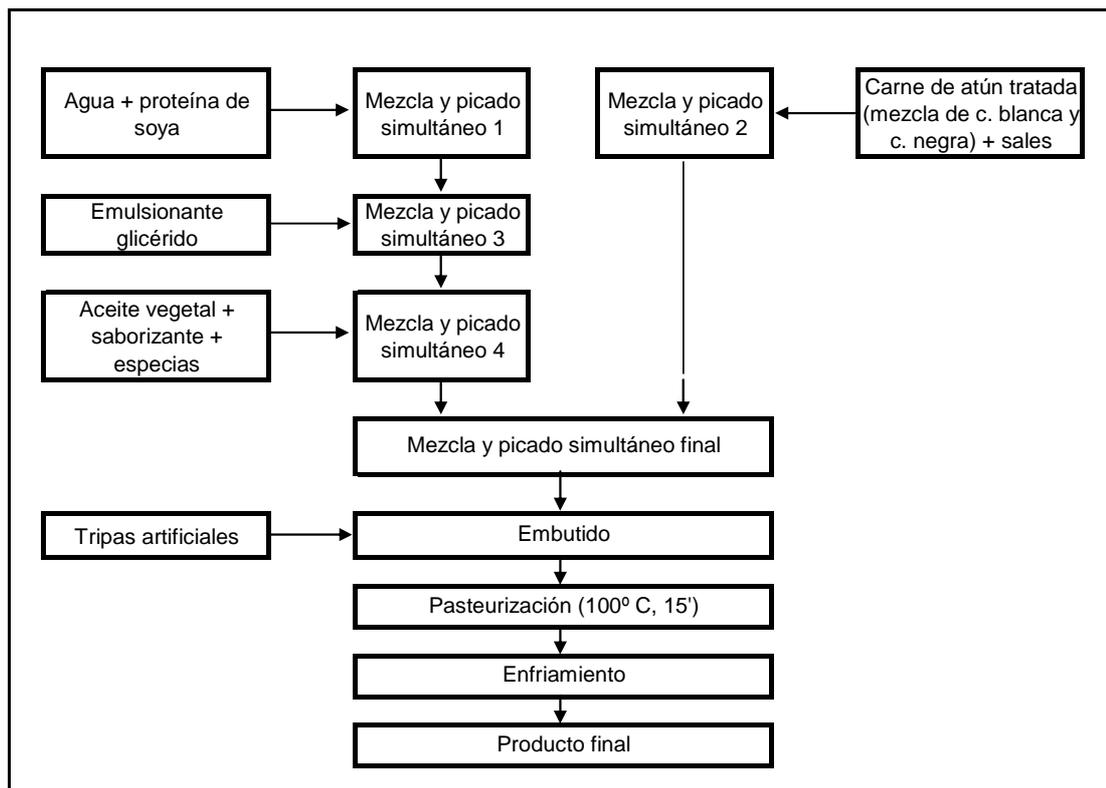


FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PATE OBTENIDO EN ESTE TRABAJO

**Equipos.** Para la elaboración de embutidos en la industria de alimentos se utiliza comúnmente la “cutter” que es una máquina que pica, y mezcla los ingredientes que se van agregando.

Debido a que las cantidades que se realizaron en este trabajo eran pequeñas (menos de  $\frac{1}{2}$  kg.) la cutter debió ser reemplazada con una mezcladora de mano (ver apéndice E). Es decir que los cinco pasos de “mezcla y picado simultáneo” que se describen en el diagrama de flujo (figura 5.1) fueron realizados con dicho instrumento.

**Materia prima.** Para la obtención del paté de atún con sabor a salame, se parte de la carne de atún tratada para su blanqueo y desodorización (ver figura 4.3) como se menciona anteriormente, para la elaboración del paté se trato la carne blanca junto con la carne negra para así obtener una pasta casi sin color ni olor. Para la elaboración del paté se partió de una mezcla de carne blanca y carne negra con una relación que variaba del 65 – 75 % de carne blanca y 35 – 25 % de carne negra.

**Mezcla y picado simultáneo 2.** A la mezcla de carne blanca y negra tratada se le agrega las sales: sal común y nitrito, y se procede a picar y mezclar por un tiempo de 2 minutos. Al final

de este tiempo se forma el gel característico del “Surimi”. A este gel se lo deja en frío hasta llegar al picado final del proceso de elaboración del paté.

**Mezcla y picado simultáneo 1.** Por otro lado a la proteína aislada de soya se le fue incorporando lentamente el agua hasta que se obtuvo un gel homogéneo; este proceso se lo realizó en un tiempo de 2 minutos 30 segundos.

**Mezcla y picado simultáneo 3.** Al gel obtenido el la Mezcla y picado simultaneo 1 se le agregó el emulsionante glicérido con la mezcladora de mano por 20 segundos.

**Mezcla y picado simultáneo 4.** El siguiente paso consistió en agregar el aceite caliente (40° C.) junto al saborizante (sabor salame) y las especias a la mezcla anterior. Este proceso tardó 3 minutos hasta homogenizar la mezcla.

**Mezcla y picado final.** En este paso se une y mezcla el gel obtenido del paso Mezcla y picado 2 junto a la pasta homogénea obtenida del paso Mezcla y picado 4. Con la mezcladora de mano se homogeniza la masa, este paso toma 4 minutos y 30 segundos.

**Embutido.** Una vez obtenida la consistencia adecuada se procede a embutir la masa en las tripas artificiales, las mismas que una vez llenas son segmentadas en porciones del 50 gr. y amarradas para después ser cortadas.

**Pasteurización.** Después del embutido se procede a pasteurizar el paté. Se pasteuriza a una temperatura de 100° C. por 15 minutos. En este tiempo las porciones de 50 gr. alcanzan en el centro una temperatura de 74° C.

**Enfriamiento.** Después de la pasteurización el paté embutido se enfría rápidamente en agua a 5° C por 40 minutos.

**Almacenamiento.** Una vez que ha bajado la temperatura, el paté está listo para el almacenamiento, el mismo que debe de ser a temperatura de refrigeración (entre 5 – 7° C.).

Costo de materia prima de la producción a nivel piloto del paté de atún con sabor a salame.

Se puede observar en la tabla 13, que el costo de materia prima por kg de producto final es de \$3.12 por kilogramo. Cabe recalcar que en este costo no se está considerado otros costos involucrados en la producción a gran escala como son: la mano de obra, insumos energéticos, costos de tratamiento térmico del paté, gastos administrativos, entre otros.

De todas maneras, tomando en cuenta solo el costo obtenido por concepto de materia prima si se considera una presentación de 50 gr se obtiene un costo unitario de \$ 0.16.

TABLA 13  
COSTOS DE MATERIA PRIMA DE LA ELABORACIÓN DE  
PATÉ

Ingredientes	peso (kilos)		Precio por unidad	Costo
pescado fresco	1		\$ 5.00 /kg	\$ 5.00
costo tratamiento por kg.	1		\$ 2.05 /m3	\$ 2.05
				<u>\$ 7.05</u>
<hr/>				
Pescado tratado	1.00	kg	\$ 7.05 /kg	\$ 7.05
Aceite	0.58	kg	\$ 1.57 /kg	\$ 0.92
Proteína	0.85	kg	\$ 3.80 /kg	\$ 3.24
Agua	1.50	m3	\$ 1.89 /m3	\$ 0.00
Sal	0.04	kg	\$ 2.65 /50 kg	\$ 0.00
Nitrito	0.02	kg	\$ 1.60 /kg	\$ 0.03
Emulsionante	0.03	kg	\$ 7.50 /kg	\$ 0.23
Sabor salame	0.05	kg	\$ 14.80 /kg	\$ 0.80
Ajo	0.01	kg	\$ 15.00 /kg	\$ 0.09
Tripa artificial (metros)	2.55		\$ 1.46 /10 m	\$ 0.37
Cordón (metros)	1.53		\$ 0.74 /100 m	\$ 0.01
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 12.75</b>
<b>COSTO POR 1 KG DE PRODUCTO FINAL</b>				<b>\$ 3.12</b>

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

## 5.2 Evaluación sensorial del paté

Una vez obtenido el paté de atún con sabor a salame, para determinar si el mismo era un producto aceptado se procedió a realizar una evaluación sensorial.

### **Prueba sensorial**

Para la evaluación sensorial se seleccionó la prueba hedónica, ya que es la prueba para medir el grado de satisfacción del juez hacia el producto. Siguiendo las recomendaciones bibliográficas se sometió a la prueba a 30 jueces no entrenados.

La prueba constó de 2 muestras (muestra 347 y muestra 906). La diferencia entre cada prueba era la cantidad de carne negra y carne blanca en la mezcla de carnes que entraron en el proceso de elaboración del paté. Así la muestra 347 contenía una mezcla del 25 % de carne negra mas 75% carne blanca, mientras que la muestra 906 contenía 35% de carne negra y 65% de carne blanca.

Cuestionario prueba sensorial

Nombre:

Fecha:

**Producto: Paté con sabor a salame**

Pruebe las muestras de paté que se le presentan e indique según la escala, su opinión sobre ellas.

Marque con un **X** el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

Valoración numérica	ESCALA	347	906
3	Me gusta mucho	___	___
2	Me gusta	___	___
1	Me gusta ligeramente	___	___
0	Ni me gusta ni me disgusta	___	___
-1	Me disgusta ligeramente	___	___
-2	Me disgusta	___	___
-3	Me disgusta mucho	___	___

**FIGURA 5.2 CUESTIONARIO DE PRUEBA SENSORIAL REALIZADO EN ESTA INVESTIGACIÓN**

Cabe recalcar de la figura 5.2 que la columna que dice "Validación numérica, no fue presentada en la encuesta que se repartió a los panelistas. La misma representa como las apreciaciones subjetivas se traducen a valores numéricos para con ellos proceder al análisis.

### Resultados prueba sensorial

Una vez recopiladas las encuestas de la prueba sensorial se procedió a tabular los datos, los mismos que se presentan en la tabla 14.

## **5.3 Análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial**

### Análisis de varianza de la evaluación sensorial

Para analizar si la diferencia en la cantidad de carne negra en cada una de la muestras es percibida por los jueces, se procedió a realizar el análisis de varianza para experimentos de evaluación sensorial.

Se realizaron los cálculos pertinentes y se encontraron los valores de F obtenidos de los resultados de la evaluación sensorial. (Ver cálculos en apéndice F)

$$F_v = V_v/V_r$$

$$F_v = 2.58$$

$$F_j = V_j/V_r$$

$$F_j = 1.47$$

TABLA 14  
RESULTADOS INDIVIDUALES OBTENIDOS EN LA PRUEBA  
SENSORIAL

juez #	Resultado muestra 347	Resultado muestra 906
1	2	3
2	1	2
3	3	0
4	2	1
5	2	0
6	2	2
7	2	3
8	0	1
9	2	2
10	1	-2
11	1	1
12	3	2
13	3	2
14	2	2
15	2	0
16	2	1
17	2	2
18	2	3
19	2	3
20	1	2
21	2	-3
22	3	2
23	2	3
24	3	3
25	3	2
26	3	3
27	1	2
28	3	2
29	2	3
30	2	1

AUTOR: INGRID A. HARTMANN

Con los valores de  $F$ , se los compara con la tabla de distribución de  $F$  (apéndice G). Con los grados de libertad de la fuente de variación bajo consideración, ya sea  $GL_v$  o  $GL_j$ ) como grados de libertad del numerador y  $GL_r$  como grados de libertad del denominador, y con el nivel de significancia escogido (para este trabajo 5 %)

En tabla:

$GL_v$  numerador y  $GL_r$  denominador  $F$  de tabla 4.18

$GL_j$  numerador y  $GL_r$  denominador  $F$  de tabla 1.64

Si  $F < F_t$  ( $F$  tabla) no hay efecto significativo de la fuente de variación considerada sobre los resultados; en cambio si es mayor o igual, sí hay diferencia significativa.

En este trabajo:

$$F_v 2.58 < 4.18 F_t$$

$$F_j 1.47 < 1.64 F_t$$

Es decir que no existe diferencia significativa entre las muestras, quiere decir que los jueces no sienten la diferencia en la formulación de cada una de las muestras.

Por otro lado, no existe diferencia significativa entre los jueces, es decir que la población seleccionada tiene gustos similares.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

De las pruebas preliminares, se puede concluir que el método de blanqueo y desodorización que se ha aplicado en este trabajo no puede ser aplicado en la industria de atún en lata.

Se puede decir que para la aplicación de este método las proteínas del atún debe de estar lo más frescas posible.

Otra observación importante es que mientras menor sea la temperatura de almacenamiento de la carne, menor será la eficacia del tratamiento ya que la desnaturalización de las proteínas será en mayor grado debido al almacenamiento a bajas temperaturas, y que el método es más eficiente mientras más fresco sea el atún a tratar.

En cuanto al uso de aditivos para lograr un proceso más eficiente, se puede concluir que los aditivos que causan algún tipo de desnaturalización como los ácidos, no solo actúan sobre la mioglobina (proteína responsable del color de la carne) sino sobre toda la carne en sí; de esta manera desnaturalizaban por completo toda la muestra dejándola en “hilachas de carne”. También se puede decir que usar aditivos altamente oxidantes como el caso del peróxido de hidrógeno pueden brindar buenos resultados en cuanto al color pero actúan negativamente sobre la materia grasa del atún enranciándola, dando como resultado mal olor en la carne.

También se puede concluir que los aditivos que dieron buenos resultados: la sal, el EDTA y el Polisorbato 20, fueron efectivos manteniendo el pH, no enranciando la materia grasa y actuaron de manera sinérgica con los lavados para obtener mejores resultados. El EDTA por su actividad como quelante mantuvo a las proteínas libres de reacciones con metales que provocan desnaturalización de las mismas. La sal contribuyó mejorando la solubilidad. Por otro lado

el Polisorbato 20 actuó como detergente disolviendo la materia grasa mejorando así también la solubilidad.

En cuanto al análisis de varianza del diseño experimental, como primera conclusión se puede decir que los tratamientos tienen diferencias significativas entre ellos. Comprobando así que si hay diferencia en el uso de los 3 aditivos utilizados.

También se puede sacar como conclusión con el factor “R-Sq = 92.98%” que el experimento se encuentra bien elaborado, ya que si  $R-Sq > 75\%$  el experimento está bien planteado.

En la comparación de pares, se puede concluir que cuando se usan los 3 aditivos y cuando solo se usa sal y EDTA no hay diferencia significativa, entonces por el beneficio costo se utiliza el tratamiento C (sal y EDTA).

De la elaboración del paté de atún, se puede obtener como primera conclusión que al someter a la carne de atún a los lavados sucesivos se pierden proteínas solubles por lo que al hacer un producto final hay que reemplazar estas proteínas con otras, que en este caso se utilizó proteína de soya aislada.

Por otro lado, también se puede concluir que al ponerle sabor a salame al paté, y ser aceptado por la población que tomo la prueba sensorial, se puede decir que el sabor de atún y el sabor poco agradable de la carne negra fue arrastrado completamente. Demostrando así que el producto base (carne tratada) puede ser empleada para un sinfín de productos finales tales como hamburguesas, salchichas, jamón, entre otros.

En cuanto a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial se puede decir que en general ambas muestras (al 25% y 35% de carne negra) fueron aceptadas, ya que ambas obtuvieron resultados por encima del valor de 1 correspondiente a "Me gusta ligeramente". Por otra parte, al someter al análisis de varianza los resultados obtenidos de la prueba sensorial, se puede concluir que no existe diferencia

significativa entre las muestras, es decir que durante la formulación del paté se puede utilizar entre 25% y 35% de carne negra de atún que la población no notará la diferencia.

En este análisis de varianza también se sometió a prueba a la población encuestada, y se determinó que era una muestra homogénea.

### **Recomendaciones**

Al ser el atún un pescado con alto contenido de carne negra, una recomendación válida es aplicar el proceso de blanqueo y desodorización en otros pescados y comprobar así que este método es válido para varias especies

En cuanto a la característica física de la carne a tratar, durante este trabajo se concluyó que lo más óptimo era aplicar el proceso en carne fresca; por lo que una recomendación es realizar las pruebas en carne congelada previamente tratada con crioprotectores. Ya que

en la industria pesquera al depender del ciclo lunar existen periodos en los que es imposible contar con carne fresca.

En cuanto al uso de aditivos para lograr un proceso más efectivo, se recomienda que se pueden realizar más pruebas tomando en cuenta que deben ser aditivos con un pH neutro y no deben contener enzimas que dañen la estructura de la proteína del músculo de pescado.

Por otro lado como este trabajo fue desarrollado en una fase exploratoria, no se variaron las concentraciones de los aditivos seleccionados, se recomienda por ello si se quiere ampliar este trabajo, se puede realizar un diseño experimental incluyendo varias concentraciones para así buscar optimizarlo al máximo.

En cuanto al proceso de blanqueo en sí, para buscar un ahorro en insumos, se puede realizar dicho proceso con una proporción de agua menor a la usada en este trabajo (6:1) y buscar así un proceso más rentable y más ecológico.

En cuanto a la elaboración de un producto final, se recomienda utilizar la carne tratada y elaborar otros productos cárnicos como salchichas, hamburguesas, entre otros.

Otra recomendación válida es realizar más pruebas con otros saborizantes y comprobar así que este proceso a más de blanquear la carne, la desodoriza dejándola sin sabor, y de esta manera puede ser utilizada para un sin fin de aplicaciones en la industria alimenticia.

# BIBLIOGRAFÍA

1. **ANZALDÚA MORALES ANTONIO**, La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, Zaragoza España 1994
2. **BADUI DERGAL SALVADOR**, Química de los alimentos. 4ta edición.
3. **BAILEY A.J**, The basis of meat texture. Sci. Food Sci.
4. **CUBERO, MONFERRER y VILLALTA**, Tecnología de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. España 2002.
5. **DURAND PAULE**, *Tecnología de los productos de charcutería y salazones*. Editorial Acribia Zaragoza Espana 2002.
6. **ESKIN MICHAEL**, Biochemistry of foods. 2<sup>nd</sup> Edition.
7. **HARTMANN ARMANDO**, *El libro de Oro de Peces y Mariscos*. Impreseñal, Quito Ecuador 1993.

8. **HUGHES CHRISTOPHER**, Guía de aditivos. Editorial Acribia España 1994.
9. **MOORE DAVID S. y McCABE GEORGE P.**, Introduction to the Practice of Statistics. W. H. Freeman and Company New York Estados Unidos, 1999.
10. [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r\\_12/12\\_06\\_citrico.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_12/12_06_citrico.htm)
11. <https://www.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/ebc200610.pdf>
12. <http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae39.pdf>
13. <http://www.blogartesvisuales.net/disenio-grafico/color/pantone>
14. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=2559787>
15. <http://www.doschivos.com/trabajos/tecnologia/743.htm>

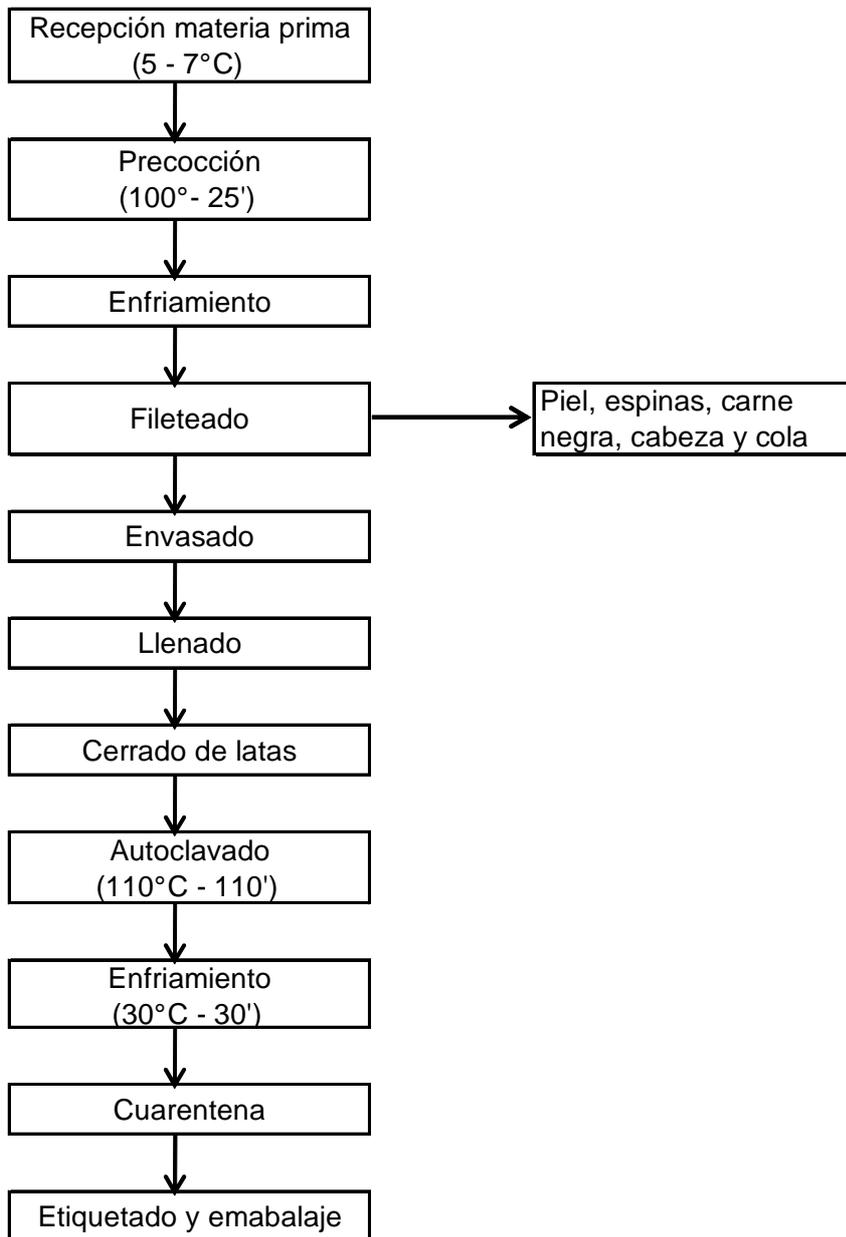
16. <http://enpsychlopedia.org/psypsych/Surimi>
17. <http://en.wikipedia.org/wiki/Surimi>
18. [http://www.expreso.ec/especial\\_economia/pesca.asp](http://www.expreso.ec/especial_economia/pesca.asp)
19. <http://www.geocities.com/grupoindustrialaisa/peroxidoh2.html>
20. [http://www.hyfoma.com/en/content/food-branches-processing-manufacturing/meat-fish-shrimps/fish-processing/surimi-imitation-crab/process\\_description.html](http://www.hyfoma.com/en/content/food-branches-processing-manufacturing/meat-fish-shrimps/fish-processing/surimi-imitation-crab/process_description.html)
21. [http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/08/escuela\\_6/](http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/08/escuela_6/)
22. <http://www.itp.org.pe/dit-informes-tecnicos/revision%20dioxido%20titanio.pdf>
23. <http://www.krustagroup.com/vergrupo.asp?idgr=52>
24. <http://www.lib.ncsu.edu/theses/available/etd-11132002-151556/unrestricted/etd.pdf>

25. <http://milksci.unizar.es/adit/conser.html>
26. <http://milksci.unizar.es/adit/emul.html>
27. <http://www.nabard.org/roles/ms/ri/surimi.htm>
28. [http://www.pinta-croma.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49&Itemid=59](http://www.pinta-croma.com/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59)
29. <http://www.quiminet.com.mx/pr5/per%F3xido%2Bde%2Bhidr%F3geno%2Bgrado%2Balimenticio.htm>
30. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pantone>

# **APÉNDICE A**

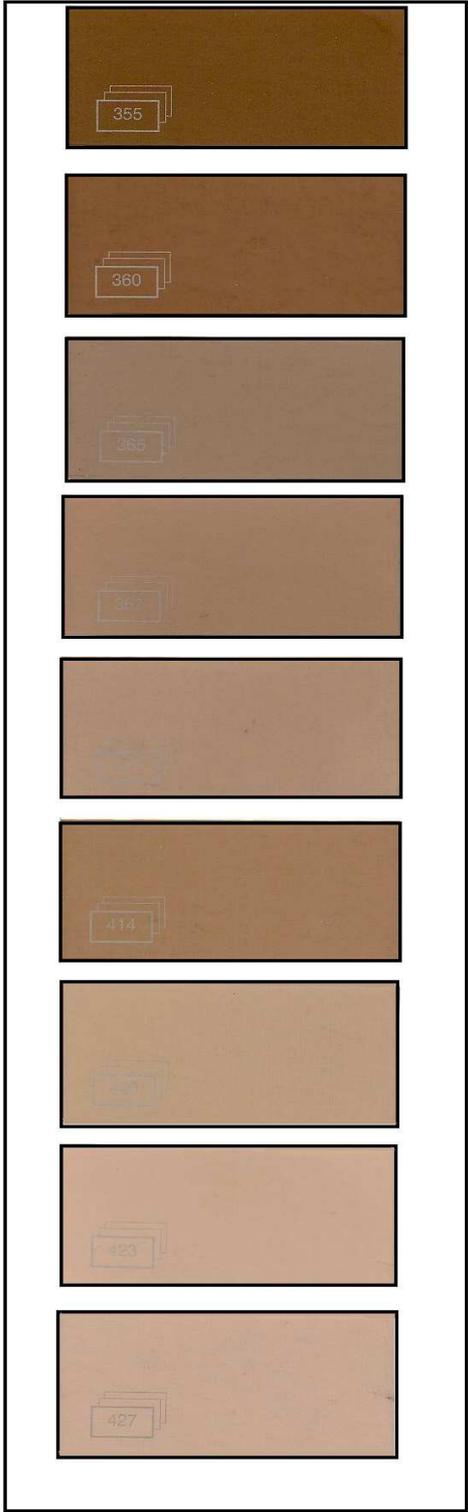
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE  
ELABORACIÓN DEL ATÚN EN LATA**

### Proceso atún en lata



# **APÉNDICE B**

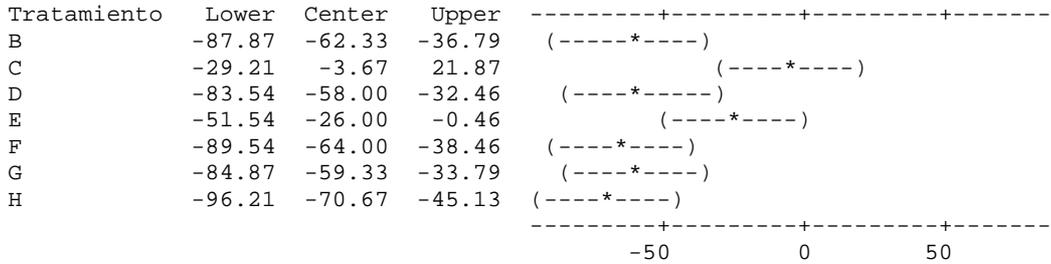
**ESCALA DE COLORES PANTONE UTILIZADA**



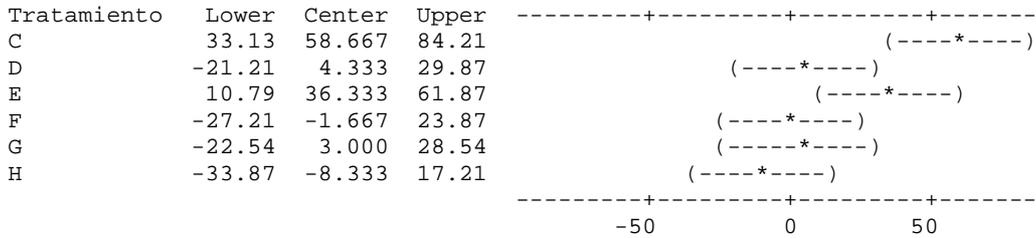
# APÉNDICE C

## RESULTADOS ANÁLISIS SIGNIFICANCIA TRATAMIENTOS EN PROGRAMA MINITAB

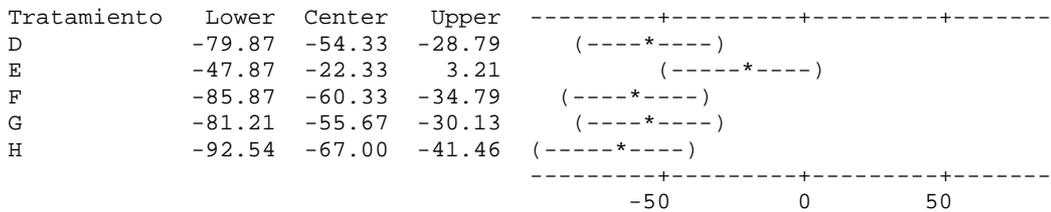
Tukey 95.0% Simultaneous Confidence Intervals  
Response Variable VR  
All Pairwise Comparisons among Levels of Tratamiento  
Tratamiento = A subtracted from:



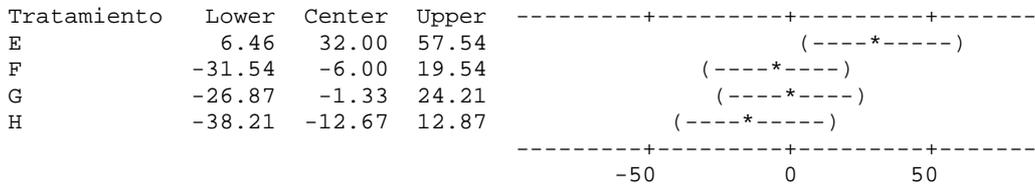
Tratamiento = B subtracted from:



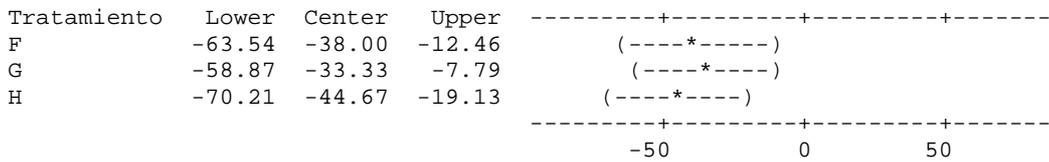
Tratamiento = C subtracted from:



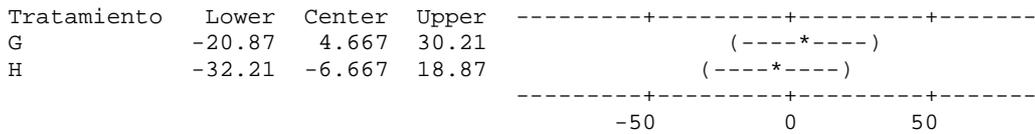
Tratamiento = D subtracted from:



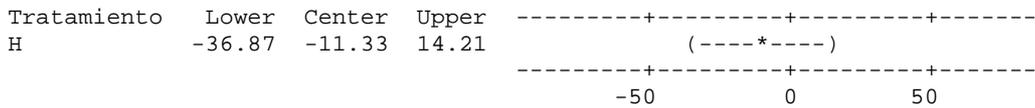
Tratamiento = E subtracted from:



Tratamiento = F subtracted from:



Tratamiento = G subtracted from:



Tukey Simultaneous Tests  
 Response Variable VR  
 All Pairwise Comparisons among Levels of Tratamiento  
 Tratamiento = A subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
B	-62.33	7.371	-8.456	0.0000
C	-3.67	7.371	-0.497	0.9995
D	-58.00	7.371	-7.869	0.0000
E	-26.00	7.371	-3.527	0.0443
F	-64.00	7.371	-8.683	0.0000
G	-59.33	7.371	-8.049	0.0000
H	-70.67	7.371	-9.587	0.0000

Tratamiento = B subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
C	58.667	7.371	7.959	0.0000
D	4.333	7.371	0.588	0.9986
E	36.333	7.371	4.929	0.0029
F	-1.667	7.371	-0.226	1.0000
G	3.000	7.371	0.407	0.9999
H	-8.333	7.371	-1.131	0.9401

Tratamiento = C subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
D	-54.33	7.371	-7.371	0.0001
E	-22.33	7.371	-3.030	0.1098
F	-60.33	7.371	-8.185	0.0000
G	-55.67	7.371	-7.552	0.0000
H	-67.00	7.371	-9.090	0.0000

Tratamiento = D subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
E	32.00	7.371	4.341	0.0092
F	-6.00	7.371	-0.814	0.9897
G	-1.33	7.371	-0.181	1.0000
H	-12.67	7.371	-1.718	0.6768

Tratamiento = E subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
F	-38.00	7.371	-5.155	0.0019
G	-33.33	7.371	-4.522	0.0065
H	-44.67	7.371	-6.060	0.0004

Tratamiento = F subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
G	4.667	7.371	0.6331	0.9977
H	-6.667	7.371	-0.9044	0.9813

Tratamiento = G subtracted from:

Tratamiento	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
H	-11.33	7.371	-1.538	0.7777

# APÉNDICE D

## ETIQUETA PATÉ DE ATÚN.



# APÉNDICE E

MEZCLADORA MANUAL UTILIZADA PARA LA  
ELABORACIÓN DEL PATÉ DE ATÚN



# APÉNDICE F

## CÁLCULOS REALIZADOS PARA ENCONTRAR “F” PARA EL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA PRUEBA SENSORIAL DEL PATÉ.

El primer paso es obtener los grados de libertad:

$$GL_v = \text{grados de libertad de variable} = m - 1$$

$m = \text{niveles de variable bajo estudio} = 2$  (2 formulas distintas)

$$GL_v = 1$$

$$GL_j = \text{grados de libertad de jueces} = n - 1$$

$n = \text{número de jueces} = 30$

$$GL_j = 29$$

$$GL_t = \text{grados de libertad totales} = (n)(m) - 1$$

$$GL_t = 59$$

$GL_r = \text{grados de libertad residual} = GL_t - GL_v - GL_j$

$$GL_r = 29$$

Después se obtienen las sumas de cuadrados:

$FC = \text{factor de corrección} = TT^2/[(n)(m)]$

TT = total de todas las observaciones, es decir la suma de todos los resultados obtenidos

$$FC = (109)^2/[(29)(1)] = 198.02$$

$SC_v = \text{suma de cuadrados de la variable} = [(T_{c1})^2 + (T_{c2})^2 + (T_{cm})^2]/n - FC$

$T_{cj}$  = totales de cada columna, es decir los totales de cada una de las fórmulas.

$$SC_v = 2.82$$

$SC_j = \text{suma de cuadrados de jueces} = [(T_{r1})^2 + (T_{r2})^2 + (T_{rn})^2]/m - FC$

$T_{ri}$  = son los totales de cada renglón, es decir la suma de las calificaciones de cada juez

$$SC_j = 46.48$$

$SC_t$  = suma de cuadrados totales = suma de cada observación al cuadrado – FC

$$SC_t = [(X_{11})^2 + (X_{12})^2 + (X_{mn})^2] - FC$$

$$SC_t = 80.98$$

$SC_r$  = suma de cuadrados residual =  $SC_t - SC_v - SC_j$

$$SC_r = 31.68$$

Luego se calcula la varianza, la cual se obtiene dividiendo la suma de cuadrados entre los grados de libertad correspondientes:

$V_v$  = variable debida a variable =  $SC_v/GL_v$

$$V_v = 2.82$$

$V_j$  = varianza debida a jueces =  $SC_j/GL_j$

$$V_j = 1.60$$

$V_r = \text{varianza de residual} = SC_r/GL_r$

$$V_r = 1.09$$

Finalmente se obtiene el valor de F calculando (F):

$$F_v = V_v/V_r$$

$$F_v = 2.58$$

$$F_j = V_j/V_r$$

$$F_j = 1.47$$

# APÉNDICE G

## TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE F

# APENDICE IV



## TABLAS DE DISTRIBUCION F

$n_1$  = grados de libertad para el numerador  
 $n_2$  = grados de libertad para el denominador

Tabla 1. Valores de F para un nivel de significancia del 5%

$n_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234	238,9	243,9	249	255
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,5	19,5
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84

(continúa)

Tabla 1. (continuación).

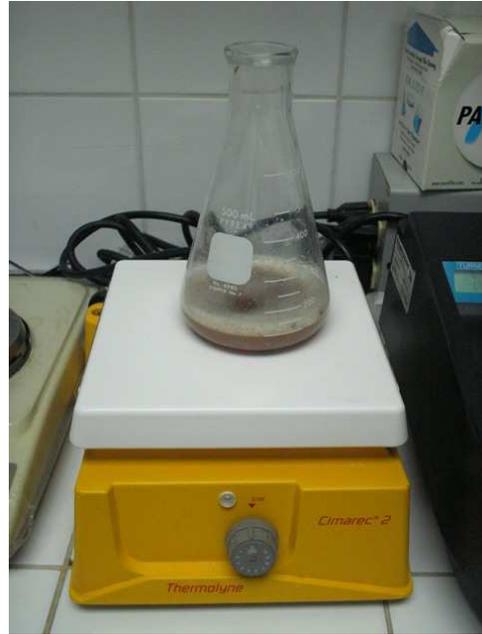
$n_1$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,02	1,83	1,61	1,25
$\infty$	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

# **APÉNDICE H**

**FOTOGRAFÍAS PROCESO DE BLANQUEO DE CARNE  
NEGRA DE ATÚN**



A – 1er Lavado



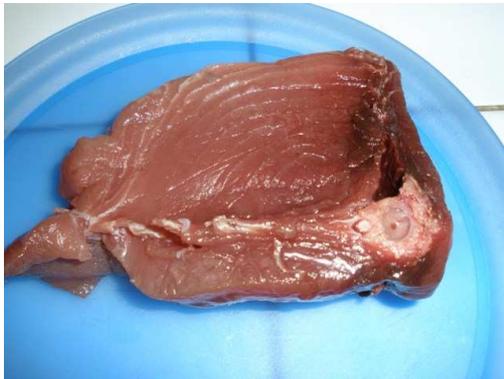
B – 2do Lavado



C – 3er Lavado

# APÉNDICE I

## FOTOGRAFÍAS PROCESO ELABORACIÓN PATÉ DE ATÚN



A – Filete de atún



B – Filete picado



C – 1er lavado



D – 2do Lavado



E – 3er Lavado



F – Carne lavada y drenada



G – Carne tratada mas sales



H – Gel de carne y sales



I – Gel proteína soya y agua



J – Homogenización ingredientes



K – Producto terminado