

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**EFFECTO DEL LAVADO DE LA PULPA Y LA ADICIÓN DE SURIMI DE
BONITO (*Sarda Chiliensis*) SOBRE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE
AGUA, COLOR, FIRMEZA Y ACEPTABILIDAD GENERAL EN SALCHICHA
TIPO FRANKFURTER.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

CYNTHIA LINNIETE RODRÍGUEZ MÁZMELA

TRUJILLO, PERÚ

2017

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos
PRESIDENTE

Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
SECRETARIO

Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horma
VOCAL

Ing. Ms. Elena Matilde Urraca Vergara
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación especialmente a mis padres al Sr. Oscar Rodríguez Torré y a la Sra. Rosa Mázmela Cárdenas, por ser el apoyo constante y mostrarme la confianza que necesitaba para saber que podía lograrlo, por ser el mejor ejemplo de que la constancia hace mucho y haberme dado la oportunidad y facilidad de llegar hasta este momento tan importante de mi formación académica, el mejor regalo que me podían dar, el ser un profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por llenarme de bendiciones en todo este tiempo, a él que con su amor me ha dado sabiduría y fortaleza suficiente para culminar la carrera universitaria.

Agradecimiento especial a mi Asesora M.Sc. Elena Matilde Urraca Vergara, por guiarme en el proyecto, dándome alcance de sus conocimientos y su paciencia para ser de este proyecto un gran trabajo de investigación.

A Jesús Obregón por ayudarme en la parte estadística de mi trabajo de investigación, gracias por su paciencia y esfuerzo.

A mis padres, por apoyarme en todo momento, por la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis amigas y a la vez compañeras de estudios, Paola y Katya, por la confianza, apoyo y motivación, por todos los momentos que pasamos juntas y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencia que nunca olvidaré.

A todos ustedes mi mayor reconocimiento y gratitud

INDICE GENERAL

	Pág.
Carátula	i
Aprobación por el jurado de Tesis	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice General	v
Índice de Cuadros	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Anexos	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE BIBLIOGRAFÍA.....	3
2.1 Productos Cárnicos.....	3
2.1.1 Clasificación.....	3
2.1.1.1 Productos cárnicos procesados crudos.....	3
2.1.1.2 Productos cárnicos curados.....	3
2.1.1.3 Productos cárnicos crudos-cocidos.....	4
2.1.1.4 Productos cárnicos precocinados-cocinados.....	4
2.1.1.5 Productos cárnicos crudos-fermentados.....	4
2.1.1.6 Productos cárnicos secos.....	5
2.1.1.7 Embutidos de pescado.....	5
2.2 Tratamiento térmico de productos cárnicos.....	6
2.2.1 Escaldado.....	6
2.2.2 Cocción.....	7

	Pág.
2.3 Salchichas.....	7
2.3.1 Definición y características.....	7
2.3.2 Salchicha tipo Frankfurter.....	8
2.3.3 Propiedades nutricionales de la salchicha tipo Frankfurter.....	8
2.4 Insumos para elaboración de Salchicha tipo Frankfurter.....	9
2.4.1 Carne de cerdo.....	9
2.4.2 Grasa de cerdo.....	9
2.4.3 Condimentos y especias.....	10
2.4.4 Aditivos.....	11
2.5 Surimi de pescado.....	11
2.5.1 Elaboración de surimi.....	12
2.5.2 Fundamento de la obtención de pulpa lavada de pescado.....	13
2.5.3 Concepto de pulpa lavada de pescado.....	14
2.5.4 Microbiología de la pulpa lavada de pescado.....	15
2.5.5 Lavados de la pulpa de pescado.....	16
2.5.6 Crioprotectores.....	18
2.6 Bonito (<i>Sarda chiliensis</i>).....	18
2.6.1 Ubicación Taxonómica del pescado bonito (<i>Sarda chiliensis</i>).....	19
2.6.2 Composición química y nutricional de pescado bonito.....	19
2.6.3 Rendimiento de pescado bonito.....	20
2.7 Composición del músculo del pescado.....	21
2.8 Composición proteica del músculo de pescado.....	22
2.8.1 Proteínas sarcoplasmáticas.....	22
2.8.2 Proteínas del estroma.....	23
2.8.3 Proteínas miofibrilares.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Lugar de ejecución.....	24
3.2 Materiales y Equipos.....	24

	Pág.
3.2.1 Materia prima.....	24
3.2.2 Ingredientes.....	24
3.2.3 Utensilios e Instrumentos.....	25
3.2.4 Equipos.....	25
3.3 Método experimental.....	25
3.3.1 Esquema experimental para la evaluación de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	25
3.3.2 Procedimiento experimental para la elaboración de surimi de bonito.....	27
3.3.3 Procedimiento experimental para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	30
3.4 Método de análisis.....	32
3.4.1 Capacidad de retención de agua (CRA) en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	32
3.4.2 Análisis del color de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	32
3.4.3 Firmeza de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	32
3.4.4 Aceptabilidad general de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	33
3.5 Métodos estadísticos.....	35
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1 Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre la capacidad de retención de agua (CRA) en salchichas tipo Frankfurter	37
4.2 Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre el color (L*, a*, b*) de la salchicha tipo Frankfurter.....	39

	Pág.
4.3 Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre la firmeza en salchichas tipo Frankfurter.....	46
4.4 Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre la aceptabilidad general en salchichas Frankfurter.....	50
V. CONCLUSIONES.....	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	56
VIII. ANEXOS.....	64

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurter.....	8
Cuadro 2.	Composición química promedio de la parte comestible de pescado bonito.....	20
Cuadro 3.	Composición nutricional de pescado bonito (en base a 100g de muestra).....	20
Cuadro 4.	Composición física de pescado bonito.....	21
Cuadro 5.	Formulación base para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	27
Cuadro 6.	Prueba de homogeneidad de Varianza para la CRA en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	38
Cuadro 7.	Análisis de Varianza para la CRA en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	39
Cuadro 8.	Prueba de homogeneidad de varianza de Levene modificada para los valores de L^* , a^* y b^* en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	43
Cuadro 9.	Análisis de varianza para los valores de L^* , a^* y b^* en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	44
Cuadro 10.	Prueba de Duncan para los valores de L^* en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	45

	Pág.	
Cuadro 11.	Prueba de Duncan para los valores de a^* en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	46
Cuadro 12.	Prueba de Levene modificada para la firmeza de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	48
Cuadro 13.	Análisis de varianza para los valores de firmeza en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	49
Cuadro 14.	Prueba de Duncan para firmeza en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	50
Cuadro 15.	Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	52
Cuadro 16.	Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	53

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa lavada de pescado (surimi)	26
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de surimi de bonito.....	28
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito	30
Figura 4. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito (muestra con 4 lavados)..	34
Figura 5. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito (muestra con 6 lavados)..	35
Figura 6. Capacidad de retención de agua de la salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	37
Figura 7. Valores de L* en salchichas tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	40
Figura 8. Valores de color a* en salchichas tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	41
Figura 9. Valores de color b* en salchichas tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	42
Figura 10. Valores de firmeza en salchichas tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	47
Figura 11. Valores de aceptabilidad general en salchichas tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.....	51

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Escala de Wittfogel.....	65
Anexo 2. Valores de CRA en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	66
Anexo 3. Parámetros de color L*, a* y b* en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	67
Anexo 4. Valores de firmeza en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	68
Anexo 5. Valores de aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	69
Anexo 6. Vistas fotográficas de la elaboración de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.....	70

RESUMEN

Se evaluó el efecto del número lavado de la pulpa, (4 y 6) y la adición de surimi de bonito (10, 20 y 30%) sobre la capacidad de retención de agua (CRA), color, firmeza y aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter. El análisis de varianza determinó efecto significativo del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre los parámetros de color L^* , a^* y firmeza, caso contrario ocurrió para capacidad de retención de agua (CRA) y b^* . La prueba de Duncan determinó que el tratamiento con 4 lavados y 20% de surimi de bonito permitió obtener mejor valor de L^* (65.79); el tratamiento con 4 lavados y 10% de surimi de bonito presentó mejor valor de a^* (2.10); y el tratamiento con 6 lavados y 10% de adición de surimi obtuvo mejor firmeza (0.86 N). La prueba de Friedman determinó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras evaluadas por lo que posteriormente se realizó la prueba de Wilcoxon que determinó que el tratamiento con 4 lavados y 10% de surimi de bonito presentó mayor aceptabilidad general con moda 8, (percepción “me gusta moderadamente”) en salchichas tipo Frankfurter.

ABSTRACT

The effect of the washed number of the pulp, (4 and 6) and the addition of bonito (10, 20 and 30%) on water retention capacity (CRA), color, firmness and overall acceptability in sausage Type Frankfurter. The analysis of variance determined a significant effect of the number of washes and the addition of bonito surimi on the color parameters L *, a * and firmness, otherwise it occurred for water retention capacity (CRA) and b *. The Duncan test determined that the treatment with 4 washes and 20% of bonito surimi allowed a better L * value (65.79); The treatment with 4 washes and 10% of bonito surimi presented better value of a * (2.10); And the treatment with 6 washes and 10% addition of surimi obtained better firmness (0.86 N). The Friedman test determined significant differences ($p < 0.05$) between the evaluated samples and the Wilcoxon test was then performed, which determined that the treatment with 4 washes and 10% of bonito surimi presented greater general acceptability with fashion 8, (Perception "I like moderately") in Frankfurter type sausages.

I. INTRODUCCION

En el Perú la industria cárnica al igual que otros sectores de la alimentación, está experimentando importantes transformaciones como consecuencia continua de innovaciones y cambios en la demanda de los consumidores, impulsados por los avances en los conocimientos en torno a la relación dieta-salud (Marroquín, 2011).

Es posible emplear nuevos aditivos proteicos que presenten buenas propiedades de emulsificación y gelificación, además de alta compatibilidad con el sistema cárnico (Leyva y otros, 2002). Según la FAO (2012) la adición de carne de pescado en la formulación de embutidos puede mejorar la calidad nutricional del producto y puede ser una opción para insertar carne de pescado en la dieta humana.

Al concentrado de proteínas a base de carne de pescado, se le denomina surimi que es considerado como una materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos de alto valor agregado, se inicia con la obtención de la pulpa libre de huesos y piel, la cual es sometida a una serie de lavados sucesivos para remover sangre y proteínas solubles en agua, presentando muy buenas propiedades funcionales y mínimo olor y sabor a pescado, agregándole fosfatos y azúcares para evitar la desnaturalización de la proteína soluble en sal durante el almacenamiento congelado (ITP, 2007).

El surimi puede ser blanco, grisáceo o ligeramente café, dependiendo de la especie de la cual se obtenga y del proceso de lavado. Se ha encontrado que es posible emplear surimi de pescado en la elaboración de productos cárnicos, ya sea como agente de ligado en productos reestructurados o reemplazando de un 10 a un 30% de la carne en la elaboración de salchichas (Leyva y otros 2002).

El problema planteado para el presente trabajo de investigación fue:

¿Cuál será el efecto de dos números de lavados de la pulpa (4 y 6) y la adición de tres concentraciones de surimi de bonito (*Sarda chiliensis*) (0, 10, 20 y 30%) sobre la capacidad de retención de agua, color, firmeza y aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter?

Los objetivos propuestos fueron:

- Evaluar el efecto del número de lavados de la pulpa y la adición de surimi de bonito sobre la capacidad de retención de agua, color, firmeza y aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter.
- Determinar el número de lavados de pulpa y adición de surimi de bonito que permitirá obtener la mayor capacidad de retención de agua, mejor color, mejor firmeza y mayor aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Productos cárnicos

A lo largo del tiempo se han desarrollado en todo el mundo variedades de productos cárnicos elaborados o semielaborados con diferentes características gustativas. En algunas regiones existen cientos de productos cárnicos, con nombres y sabores diferentes. Pese a la diversidad de formas y sabores, muchos de estos productos usan tecnologías de elaboración similares (FAO, 2012). El principal objetivo de la fabricación de productos cárnicos es aumentar la vida útil y ofrecer una gran variedad de productos con características nutricionales, que le brinden al consumidor opciones en su menú alimenticio (Díaz, 2013).

2.1.1. Clasificación

2.1.1.1. Productos cárnicos procesados crudos

Consisten en carne cruda y tejido adiposo a los que se añaden especias, sal común y, a veces, aglutinantes. Algunos productos crudos típicos son: merguez, longaniza, bratwurst, hamburguesa o suflaki (FAO, 2012).

2.1.1.2. Productos cárnicos curados

Se usan las partes del músculo. Pueden subdividirse en carnes curadas crudas y carnes curadas cocidas. La carne se trata aplicando pequeñas cantidades de sal bien por vía seca, bien inyectando la carne y/o sumergiéndola en una solución salina. Las carnes curadas crudas son productos sometidos a curación, secado, fermentación y maduración sin tratamiento térmico posterior. Productos típicos de este grupo es el jamón de York o el jamón tipo Virginia (FAO, 2012).

2.1.1.3. Productos cárnicos crudos-cocidos

En este grupo de productos, la carne del músculo, la grasa y otros ingredientes no cárnicos se elaboran primero mediante triturado, picado y mezclado. Se obtiene así una masa viscosa, que se distribuye en salchichas o en forma de barras y se somete después a tratamiento térmico, lo que da como resultado la coagulación de las proteínas, una textura firme y elástica, palatabilidad y un cierto grado de estabilidad bacteriana. Las salchichas suelen someterse a un proceso de cocción o a un baño de vapor cuando están embutidas en tripas permeables, también a un proceso de ahumado en caliente. Productos típicos de este grupo son la mortadela, los perritos calientes, las salchichas de Frankfurter, salchichas Viena y las albóndigas o pasteles de carne (FAO, 2012).

2.1.1.4. Productos cárnicos precocinados-cocinados

Estos productos pueden contener mezclas de recortes de músculo de calidad inferior, tejidos adiposos, carne de la cabeza y piel del animal, hígado y otras partes comestibles. Productos típicos de este grupo son los patés de hígado, las morcillas y carne tipo “cornedbeef” (FAO, 2012).

2.1.1.5. Embutidos crudos-fermentados

Los embutidos crudos-fermentados consisten en una masa de carnes magras y tejidos adiposos mezclada con sal de curado, azúcares, especias y otros ingredientes no cárnicos, que suele embutirse en tripas. Su sabor, textura y color característicos se deben a la fermentación unida a la reducción de la humedad. Productos típicos de este grupo son el chorizo y las salchichas de verano tipo salami (FAO, 2012).

2.1.1.6. Productos cárnicos secos

Estos productos son el resultado de la simple deshidratación de carne magra. Su elaboración se basa en la experiencia de que la carne no se deteriora fácilmente cuando una parte sustancial del fluido tisular evapora. Las piezas de carne magra se cortan en su mayor parte dándoles una forma uniforme determinada, lo que permite una deshidratación gradual e idéntica de todas las partidas. Productos típicos de este grupo son las tiras de carne como el jerky o el “biltong”, el charqui (FAO, 2012).

2.1.1.7. Embutidos de pescado

Estos productos tienen como base la pulpa de productos pesqueros y grasa de cerdo, condimentada con diferentes especias (clavo, nuez moscada, pimienta, guayabita, jengibre, orégano, entre otras) para mejorar sus características; introducidas a presión en tripas, las cuales pueden ser naturales o sintéticas. Se fabrican, sobre todo, salchichas y patos. Por otro lado, se han efectuado pruebas para desarrollar otros productos como jamonadas. En su preparación deberán cumplirse en cuanto sean aplicables todas las exigencias relativas a los embutidos cárnicos (Minep, 2005).

Características de los embutidos

Poseen características de composición y de forma (Minep, 2005).

- De Composición:

- a. Estos productos no contienen ningún tipo de sustancia química.
- b. Se utilizan preferiblemente peces de carnes blancas ya que dan un mejor aspecto al producto final.

- De Forma:
 - a. Chorizo: son cilíndricos pequeños de pulpa molida con grasa de cerdo, condimentos y especias.
 - b. Salami: es un cilindro de tamaño mediano con sabor característico ahumado y de color rosado intenso
 - c. Mortadela: son cilindros más grandes que el salami con pulpa y pedazos de grasa picada, condimentos y especias.

2.2. Tratamiento térmico de productos cárnicos

2.2.1. Escaldado

El tratamiento térmico en los productos cárnicos escaldados es una etapa fundamental y definitiva dentro del proceso de elaboración. En algunos casos, esta etapa constituye la última del proceso antes de su distribución y comercialización, como en el caso del salchichón y algunos otros productos cárnicos cuyo empaque final, es la misma funda en la que fueron embutidos. En otros casos, sin embargo, es la etapa inmediatamente previa a la de empaque. En todos los casos, constituye la última etapa en la que el producto recibe un calentamiento, hasta una temperatura interna final que varía entre los 70 °C y los 74 °C, y que por lo tanto disminuye su carga microbiana. Ahí radica la importancia de esta etapa desde el punto de vista de la higiene y seguridad alimentaria. La única excepción a lo anterior, es cuando ocurre el proceso de post-pasteurización, que consiste en un calentamiento del producto posterior a la etapa de empaque con el objetivo de asegurar un mayor efecto del proceso (Amézquita y Restrepo, 2001).

2.2.2. Cocción

Se define como el tratamiento térmico al que es sometida la pasta cárnica y que es responsable de toda una serie de fenómenos físico-químicos, bioquímicos y microbiológicos que definirán la calidad y las propiedades organolépticas del producto acabado. Los principales objetivos que se persiguen con dicho tratamiento térmico se pueden resumir en el desarrollo de las características sensoriales (color, sabor, estructura, textura, etc.), la estabilización microbiológica del producto y limitar los efectos de una cocción excesiva (mermas, degradación de las características organolépticas) (Amézquita y Restrepo, 2001).

La cocción tiene por finalidad impartir al embutido una consistencia firme debido a la coagulación de las proteínas y a la deshidratación parcial del producto, fijar su color por desnaturalización de la mioglobina dando lugar a la formación del nitrosil hemocromo y prolongar su vida útil debido a la pasteurización que supone (Carballo y Jiménez, 2011). La cocción se realiza, dependiendo del tipo de embutido, a temperaturas comprendidas entre 75-80 °C, durante períodos de tiempo variables (10 a 120 min.) y con humedades relativas altas (98-100%) (Amézquita y Restrepo, 2001).

2.3. Salchichas

2.3.1. Definición y características

Las salchichas se clasifican como embutidos escaldados y en su elaboración, se pueden usar carnes de diverso origen, lo que determina su calidad y precio. Se prefiere carne recién sacrificada de novillos, terneras y cerdos jóvenes y magros, en vista que este tipo de carne posee fibra tierna y se aglutina y amarra fácilmente. Estos productos son de consistencia suave, elevada humedad y duración media (FAO, 2012).

Este alimento es de origen alemán, a base de carne picada generalmente de cerdo y algunas veces vacuna, que tiene forma alargada y cilíndrica. Esta mezcla de carne se introduce en una envoltura, que tradicionalmente es de intestino animal, aunque actualmente se utiliza también el colágeno, celulosa e incluso plástico (Ordoñez y Patiño, 2012).

2.3.2. Salchicha tipo Frankfurter

Producto cárnico procesado, escaldado, embutido, elaborado con base de carne de animales de abasto, con la adición de sustancias de uso permitido; es indispensable un mezclador (cutter) para formar una emulsión y para ayudar a su formación se agrega hielo. Reciben un tratamiento térmico que coagula las proteínas y le dan una estructura firme y elástica; posteriormente se ahúman para darles un sabor específico (FAO, 2006).

2.3.3. Propiedades nutricionales de la salchicha tipo Frankfurter

En el Cuadro 1, se presenta la composición nutricional de la salchicha tipo Frankfurter.

Cuadro 1. Composición nutricional de la Salchicha tipo Frankfurter

Componente	En 100 g de porción comestible
Energía	1.246.832 kcal
Humedad	54.7 g
Proteína	11.3 g
Grasa	24.7 g
Carbohidratos	6.6 g
Cenizas	2.7 g

Fuente: Bejarano y otros, 2008.

2.4. Insumos para elaboración de Salchicha tipo Frankfurter

2.4.1. Carne de cerdo

La carne de cerdo está definida por su calidad nutricional y los atributos de textura, sabor, color, entre otros. Posee un contenido elevado de minerales como hierro, fósforo y zinc, todos ellos de fácil absorción y vinculados al crecimiento y desarrollo del organismo humano. El contenido de vitaminas del grupo B (B₁, B₂ y B₁₂) y de Niacina es tan elevado como el del resto de las carnes (Acosta y otros, 2011).

En la elaboración de productos cárnicos crudos y escaldados la zona de pH más apropiada está entre 5.5 – 5.8 (cerca al punto isoeléctrico), esto garantiza una buena curación, amplio desarrollo, estabilidad del color y una óptima durabilidad del producto curado, puesto que el pH ácido provoca una suficiente exudación del jugo cárnico, impidiendo el desarrollo de microorganismos causantes del deterioro (Díaz, 2013).

2.4.2. Grasa de cerdo

El contenido de grasa es variable, dependiendo de la especie, raza, sexo, edad, tipo de corte y de la alimentación que ha tenido el animal. Es importante resaltar que el 70% de la grasa del cerdo se encuentra por debajo de la piel (subcutánea) por lo que puede ser eliminada fácilmente. En relación con su composición, la grasa posee una mayor proporción en ácidos grasos monoinsaturados que el resto de las carnes, esto hace que la grasa sea más blanda que las grasas provenientes de otros animales terrestres. La cantidad de colesterol presente en la carne de cerdo es similar a la del resto de las carnes, entre 50 y 80 mg por 100 g (Acosta y otros, 2011).

La grasa principalmente contribuye a darle blandura y jugosidad a los embutidos, así como sabor, olor y color al producto final, la calidad de la grasa para la industria cárnica se valora de acuerdo con su blancura, dureza, resistencia a la fusión y al enranciamiento (Díaz, 2013).

2.4.3. Condimentos y especias

Según Carballo y Jiménez (2011); Müller y Ardoíno (2012) los condimentos y especias son sustancias que, agregadas a los embutidos, sirven para sazonar y mejorar su sabor confiriendo a los embutidos ciertas características sensoriales específicas del producto. Entre los condimentos a considerar se encuentran:

- **Sal.** Es el saborizante más importante en productos cárnicos. Además de su sabor propio, cumple una triple función: contribuye al sabor, actúa como conservador retardando el desarrollo microbiano, fundamentalmente porque reduce la disponibilidad de agua en el medio (actividad de agua) para el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas, y, por último, ayuda a la solubilización de las proteínas. Para sazonar los embutidos se emplean, además, mezclas de una amplia variedad de componentes tales como pimentón, canela, pimienta, ajo, orégano, azúcar, etc., de acuerdo con la especificidad del producto de que se trate.
- **Pimienta negra.** Es la semilla interior del pericarpio. Ofrece un sabor picante y astringente. Ofrece alta cantidad de calcio, hierro y potasio. Es recomendable para mejorar el control de la glucemia en personas con diabetes, reducir el colesterol y prevenir el cáncer de colon.
- **Comino.** El comino tiene un característico sabor amargo y un olor fuerte y dulzón gracias a su alto contenido en aceites. Se asocia a la

cocina hindú, por estar presente en el curry y con otras cocinas exóticas (norteafricana, Guatemalteca y en su minoría la mexicana).

- **Glutamato monosódico.** El glutamato monosódico, también conocido como glutamato de sodio o GMS, es la sal sódica del ácido glutámico, uno de los aminoácidos no esenciales más abundantes en la naturaleza.

2.4.4. Aditivos

Son sustancias que se añaden a los productos alimenticios con objeto de modificar sus características técnicas de elaboración, conservación y/o adaptación al uso a que se destine, y que no se consumen normalmente como alimentos ni se usan como ingredientes característicos de los mismos. Los aditivos y dosis autorizados están definidos, dependiendo del tipo de embutido, en la lista oficial de aditivos permitidos del Codex Alimentarius: Según la función que desempeñan, se clasifican como: colorantes naturales (curcumina, carotenoides, xantofilas, etc.); antioxidantes (ácido ascórbico y sus sales, entre otros); conservantes (nitrito sódico y potásico, nitrato sódico y potásico, ácido sérico, etc.) y otros (Carballo y Jiménez, 2011).

2.5. Surimi de pescado

“Surimi” es un término japonés con el que se conoce a la pulpa de pescado blanqueada, estabilizada y congelada, de la que se ha removido sangre y proteínas solubles en agua y se ha agregado fosfatos y azúcares para evitar la desnaturalización de la proteína soluble en sal (ITP, 2007).

Existen dos factores importantes en el “surimi”: la capacidad de formación de gel, que le permite, con pequeñas variaciones, adquirir una gran

variedad de texturas y la capacidad de conservación en estado congelado, debido a la acción de los protectores proteicos (Rojas, 2011).

2.5.1. Elaboración de surimi

Pérez (2012), reporta que el surimi genuino se obtiene de peces de carne blanca; básicamente del abadejo de Alaska; el “surimi” es considerado como una materia prima para la elaboración de una gran variedad de productos de alto valor agregado, para fabricarlo se inicia con la obtención de la pulpa libre de huesos y piel, la cual es sometida a una serie de lavados sucesivos de acuerdo a las exigencias del mercado, seguido de un ajuste de humedad mediante prensas o separadoras de sólidos y la adición de agentes crioprotectores que protegen a la proteína soluble en sal durante el almacenamiento.

El producto es envasado en bolsas de polietileno y congelado en un congelador de placas, para ser luego embalado en cajas de cartón corrugado y almacenado en una cámara de congelación a -20 °C. La vida útil del surimi varía de acuerdo al tipo de materia prima empleada en su procesamiento. El surimi a partir de especies grasas puede conservarse hasta por seis meses, en tanto que el surimi de carne magra puede alcanzar una vida útil de un año (ITP, 2007).

Los principales productores de surimi lo conforman EEUU, con más de la mitad de la producción mundial y Japón. Estos, junto a otros países, han desarrollado una industria sólida con tecnología que ha permitido atender cómodamente los requerimientos de esta materia prima y sus productos derivados para sus mercados internos. Sin embargo, como consecuencia de la escasez de la materia prima y aumento de la demanda en los últimos años, se han visto en la necesidad de importar volúmenes significativos de surimi, lo que viene originando que países con gran

posibilidad de recursos pesqueros, Rusia, Corea, Canadá, China y España, además de Chile, Argentina y en menos escala Perú empiecen a suministrar este producto al mercado asiático y europeo (ITP, 2007).

El surimi puede elaborarse a partir de cualquier variedad de materia prima que responda a las exigencias de calidad, tenga capacidad de formación de gel y se encuentre disponible a precios adecuados y en cantidad suficiente que asegure una oferta sostenida. En el Perú, el falso volador, lisa, machete de hebra, jurel y otros recursos producen una pulpa estabilizada de gran calidad y aceptación por parte de las empresas productoras de surimi o pulpas para diversos propósitos (ITP, 2007).

2.5.2. Fundamento de la elaboración de pulpa lavada de pescado

La tecnología de la pulpa lavada de pescado trata sobre los cambios estructurales que experimenta la proteína, al aplicar una serie de tratamientos que hacen posible el mejor aprovechamiento de las propiedades funcionales, además permite su almacenamiento por largos periodos de tiempo de los recursos hidrobiológicos, que a diferencia de otras tecnologías que aplican secado, calor, frío lo hacen con la pérdida de algunas de las propiedades funcionales, que limitan su almacenamiento y aplicación en la elaboración de productos por la pérdida de calidad. Por otro lado, el uso de la pulpa lavada o picada de pescado se basa en el hecho de que la mayoría de componentes que dan el olor y sabor a pescado están incluidos en lo que se conoce con el nombre de nitrógeno no proteico tales como óxido de trimetilamina (OTMA) y betaínas, etc. Estos, son hidrosolubles, lo que permite obtener, productos intermedios libres de olor a pescado, así mismo, las proteínas miofibrilares tienen la capacidad de formación de gel, lo que posibilita obtener una masa más o menos homogénea que facilita su utilización, del

mismo modo al trabajar a bajas temperaturas la proteína miofibrilar no se desnaturaliza, permitiendo la formación de gel que es lo que en este caso se busca (ITP, 2002 y Roeder, 2013).

2.5.3. Concepto de pulpa lavada de pescado

La pulpa lavada de pescado es un concentrado congelado de proteínas miofibrilares obtenidas por lixiviación en agua de la pulpa de pescado separada mecánicamente o manualmente. El proceso consiste en someter a la pulpa a sucesivos lavados con agua, con la finalidad de separar en forma selectiva los componentes de interés tecnológico bajo condiciones controladas de temperatura, volumen de agua, eliminando aquellos que causan su inestabilidad como la grasa, componentes amoniacales, enzimas, pigmentos, proteínas sarcoplasmáticas y componentes responsables del olor y sabor a pescado (Alvarado, 2004).

Dependiendo de la zona geográfica y de la época del año, los pescados utilizados para la elaboración del surimi son muy diversos. Normalmente se utilizan las especies más abundantes y menos apropiadas para el consumo directo. El rendimiento dependerá de la especie utilizada. Entre las especies utilizadas se destacan: Abadejo de Alaska (*Theragra chalcogramma*), Bonito (*Sarda chiliensis* o *Sarda sarda*) Corvina (*Argyrosomus argentatus*), Morena del Japón (*Muraenesox cinereus*), Diversos tiburones y platijas. Y otras menos importantes como: bacalao, diferentes especies de merluzas, bacaladilla, hoki, menhaden, caballa, jurel, túnidos y sardinas, con excelentes resultados en el krill del Antártico (*Euphasia superba*). La calidad del surimi dependerá del grado de frescura que tiene el pescado con el que se elabora (Lorés y otros, 2008).

2.5.4. Microbiología de la pulpa lavada de pescado

La carga microbiana de los peces es un reflejo de la microflora de su entorno en el momento de su pesca o captura pero se modifica de acuerdo con la capacidad de los distintos microorganismos de multiplicarse en los subambientes que constituyen las superficies de la piel, las agallas y el tracto digestivo (Carvajal y otros, 2009).

Las bacterias que conforman la flora típica del pescado en nuestras costas son principalmente bacterias psicrótrofas (tolerantes al frío, capaces de crecer entre 0 y 25 °C) y las psicrófilas (amantes del frío, capaces de crecer a una temperatura máxima de 20 °C), el grupo de bacterias mesófilas cuya temperatura óptima de desarrollo oscila entre 30 y 40 °C no proceden principalmente del medio marino, sino de los agentes externos tales como la contaminación adquirida en el muelle, por manipuleo y en general de la falta de higiene para el desarrollo de las operaciones posteriores a la captura (Alvarado, 2004).

La contaminación bacteriana que sufren los peces proviene por una parte de la flora autóctona que existe en los océanos y mares en el que habitan, la cual se caracteriza por corresponder a bacterias Gram negativas fundamentalmente. Además existen evidencias que los peces recién capturados presentan los mismos microorganismos del ambiente marino donde viven. Por otra parte aunque el tejido muscular y líquidos tisulares son considerados estériles existe una gran cantidad de bacterias confinadas en la mucosidad de la piel, en las branquias y en el intestino, los que pueden multiplicarse y penetrar en el tejido muscular (Díaz, 2004).

Las bacterias encontradas como la flora normal de la pulpa lavada de pescado serán principalmente aquellas psicrófilas y psicrótrofas como *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Moxarella*,

Corynebacterium, *Vibrio*, *Aeromonas*, etc. Debido al intenso manipuleo durante el procesamiento del pescado son diseminadas a todo el músculo, la pulpa lavada de pescado puede servir como un excelente medio para la contaminación y posterior desarrollo bacteriano lo cual repercute en la presencia de mesófilas, sin embargo con los múltiples lavados de la pulpa se puede reducir la contaminación, así como, la proliferación de los microorganismos. El congelamiento final logra mantener los niveles bacterianos bajos impidiendo el desarrollo de las bacterias que aún pudieran haber sobrevivido (Alvarado, 2004).

2.5.5. Lavados de la pulpa de pescado

Los avances tecnológicos actuales han permitidos utilizar especies pelágicas de carne roja, empleando aditivos en el lavado (bicarbonato y cloruro de sodio), así como, crioprotectores (sacarosa y sorbitol) (Pérez, 2012).

En la producción de surimi y pulpa lavada de pescado, no hay otras alternativas tecnológicas, sino la de lavados sucesivos a bajas temperaturas para separar las proteínas sarcoplasmáticas que influyen negativamente en la fuerza de gelificación y que incluye sustancias tales como el óxido de trimetilamina, las betaínas que le dan el olor y sabor característico de pescado, en estas condiciones la carne es muy inestable por ello se le somete a sucesivos lavados para mejorar su apariencia y hacerlo más estable, durante el almacenamiento, la diferencia entre ambos productos es que el surimi se obtiene de la pulpa lavada de pescado a la cual se le ha adicionado crioprotectores (Olivares, 2005).

A nivel industrial después del control de peso de la materia prima eviscerada se procede a lavar en una lavadora rotatoria de flujo continuo,

con la finalidad de intensificar el lavado para mantener su frescura, los especímenes lavados son transportados mediante una faja hacia el descarnador. La materia prima es vertida en la tolva de la lavadora y el mismo operador hará ingresar al equipo manualmente con una paleta sanitaria. El agua de lavado, enfriada con hielo, debe renovarse cuando la turbidez se hace muy notoria. Se controla la temperatura del agua de lavado; esta debe estar por debajo de 6 °C (Pérez, 2012).

Para efectos de lavado y blanqueado consiste en efectuar de 2 a 3 lavados con 3 a 5 volúmenes de agua a temperaturas menores de 10 °C efectuándolo en dos etapas: la primera en dos tanques de recepción de pulpa provista de una paleta giratoria y después de un periodo de reposo la pulpa se precipita y el agua del lavado es eliminado mediante una bolsa de nylon o por un escurridor rotatorio. Finalmente la carne lavada es prensada mediante un prensador manual o por una prensa de tornillo con la finalidad de ajustar la humedad entre 80 a 82% (Bazán, 2015).

A nivel de laboratorio Pérez, (2012) realizó las siguientes operaciones:

1. Lavado 1; se hace el primer lavado con sal y agua potable a temperatura ambiente con la finalidad de eliminar restos de vísceras, mucus, sangre y además para disminuir la carga microbiana.
2. Lavados sucesivos; se hace 4 y 6 lavados por inmersión y fricción manual en agua con hielo molido a temperaturas de 3 y 5 °C para emulsionar grasa, componentes amoniacales, enzimas, pigmentos, componentes del nitrógeno no proteico, proteínas sarcoplasmáticas, con la finalidad de que la pulpa de pescado quede libre de olor y sabor característico.

2.5.6. Crioprotectores

El objetivo de los crioprotectores es contribuir a la estabilidad en el proceso de congelación-descongelación de los productos pesqueros, evitando la reducción de la solidez de los geles durante el almacenamiento en congelación. Los crioprotectores de mayor uso son: azúcar, polifosfato y sorbitol, cuyas proporciones varían según el tiempo de almacenamiento y el tipo de alimento a procesar (Velázquez, 2002).

2.6. Bonito (*Sarda chiliensis*)

Este pez es de la familia de los atunes y como tal, su calidad de carne es muy apreciada por la industria conservera de pescados enlatados para la fabricación de atún en aceite o al natural (Minem, 2012).

El bonito tiene cuerpo moderadamente robusto, su mayor grosor corresponde casi a dos tercios de su altura, se adelgaza abruptamente hacia el extremo posterior. Pedúnculo caudal deprimido con una prominente quilla lateral y otras dos más pequeñas sobre la base de la aleta caudal. Mandíbula superior con 18 a 30 dientes y con 14 a 25 dientes en la mandíbula inferior. Sin dientes en el vómer; con 23 a 27 branquiaspinas en el primer arco branquial externo. Aleta dorsal con 17 a 19 espinas, generalmente con 8 aletillas dorsales; aleta anal con 12 a 15 radios seguidos de 6 a 7 aletillas; aleta pectoral con 22 a 26 radios. Franjas negras en el dorso ligeramente oblicuas (Paucar, 2015).

Distribución geográfica: especie restringida al océano Pacífico oriental. Su rango incluye una especie norteña y otra sureña, *Sarda chiliensis*, desde Máncora (Perú), al sur del Golfo de Guayaquil, hasta Talcahuano (Chile) (Kong y Castro 2002). Por lo general, y en comparación con los juveniles, los individuos más viejos se encuentran alejados de la costa. De

resistencia media, la población de esta especie se duplica en un tiempo mínimo de 1.4 – 4.4 años. Son carnívoros que se alimentan de pequeños peces preferentemente anchoveta *Engraulis ringens* y crustáceos (Minem, 2012).

El bonito tiene una larga temporada de reproducción, que incluye la primavera y el verano, el desove es discontinuo y las hembras de 3 kg. pueden producir millones de huevos por puesta. Asimismo, alcanzan su madurez sexual a los 02 años de edad. Son capturados utilizando líneas y redes de cerco, siendo su comercialización preferentemente en fresco (Paucar, 2015).

2.6.1. Ubicación taxonómica del pescado bonito (*Sarda chiliensis*)

Según Valeiras y Abad, (2006), el bonito se clasifica de la siguiente manera:

Familia	:	Scombridae
Orden	:	Scombriformes
Nombre Científico	:	<i>Sarda chiliensis</i>
Nombre Común	:	Bonito

2.6.2. Composición química y nutricional de pescado bonito

En el Cuadro 2, se muestra la composición química de la parte comestible del bonito; en el Cuadro 3, se muestra la composición nutricional de pescado bonito en base a 100 g de muestra.

Cuadro 2. Composición química de la parte comestible de pescado bonito

COMPONENTES	CANTIDAD
Agua	72.60%
Grasa	4.50%
Proteínas	21.40%
Sales Minerales	1.40%

Fuente: IMARPE, 1970.

Cuadro 3. Composición nutricional de pescado bonito (en base a 100g de muestra)

COMPONENTES	CANTIDAD
Energía (cal)	138
Proteína (g)	23.4
Grasa Total (g)	4.2
Carbohidratos (g)	0
Calcio (mg)	28
Hierro (mg)	0.7
Vitamina C (mg)	1.6

Fuente: Funiber (Fundación Universitaria Iberoamericana) 2012. Base de datos Internacional de composición de Alimentos

2.6.3. Rendimiento de pescado bonito

En el Cuadro 4, se muestra el porcentaje promedio en peso de los componentes del bonito.

Cuadro 4. Componentes del bonito

Componentes	Cantidad
Cabeza	8.5%
Agallas	3.5%
Hígado (1.0 - 2.7)	2.0%
Gónadas (0.8 - 9.2)	4.9%
Vísceras (4.3 - 6.4)	5.5%
Espinazo y cola	4.9%
Piel	3.7%
Aletas	2.5%
Orejetas	3.5%
Parte Comestible	58.3%
Sangre y Otros	2.7%

Fuente: Valeiras y Abad, 2006.

2.7. Composición del músculo del pescado

La porción comestible del pescado varía con la forma, edad y si la captura se ha efectuado antes o después del desove; pero en general se encuentra entre el 45 y 50% de su peso total (Roeder, 2013).

De manera general el músculo del pescado está constituido por aproximadamente 70 a 85% de agua, 15 a 20% de proteínas, 1 a 10% de lípidos, 0.5 a 1% de minerales. El agua es uno de los componentes del pescado que presenta mayores variaciones y generalmente se evidencia una correlación inversa entre el contenido de agua y lípidos totales (Pérez, 2012).

Un componente típico del músculo de los pescados de agua de mar es el óxido de trimetilamina (OTMA). Después de la muerte el OTMA se convierte en trimetilamina (TMA) que se cree que es la responsable del olor a pescado. En general, en la mayoría de los pescados el músculo rojo contiene más trimetilamina (TMA) que el músculo blanco (Roeder, 2013).

2.8. Composición proteica del músculo de pescado

Entre las proteínas del músculo se distribuyen: proteínas sarcoplasmáticas que se localizan en el plasma celular, proteínas estromáticas y proteínas miofibrilares que forman las miofibrillas (Pérez, 2012).

2.8.1. Proteínas sarcoplasmáticas

Representan del 20 al 30% de las proteínas totales; están formadas por muchos tipos de proteínas solubles en agua, llamadas en conjunto miógeno, que se pueden obtener simplemente aplicando presión sobre el músculo de pescado o por extracción con soluciones salinas de baja fuerza iónica. El contenido de proteínas sarcoplasmáticas varía según la especie, al calentar el músculo de pescado, las proteínas sarcoplasmáticas se coagulan por el calor y se adhieren a los miofibrilares. Este fenómeno impide la formación de gel a partir de músculo de pescado y se considera que es una de las razones por las que es difícil formar geles de alta elasticidad de músculo de pescado (Roeder, 2013).

El lavado del músculo de pescado con agua a bajas temperaturas durante la producción de pasta de pescado o de pescado picado congelado, es necesario para eliminar sangre y olor a pescado pero también para eliminar las proteínas sarcoplasmáticas que impiden la formación de geles (Pérez, 2012).

2.8.2. Proteínas del estroma

Son las proteínas menos solubles del músculo, constituyen del 10 al 15% del contenido total de proteínas del músculo. Las dos proteínas principales del tejido conjuntivo, son el colágeno y la elastina que presentan más del 50% de las proteínas del estroma; su proporción varía según el músculo y el animal (Apuparo y Sinchi, 2012).

2.8.3. Proteínas miofibrilares

Las proteínas miofibrilares constituyen el 50 a 70% del contenido total de proteínas musculares por lo cual sus propiedades afectan enormemente la calidad del músculo siendo responsables de la capacidad para retener agua, de la textura peculiar de los productos pesqueros así como de las propiedades organolépticas de los homogeneizados y picados de pescado y juegan un papel importante en la coagulación y formación de geles, siendo estas más abundantes en los peces, en comparación, con los animales de abasto. Las principales son: actina, miosina, tropomiosina y actomiosina (Solari, 2006).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis sensoriales se realizaron en los Laboratorios de Productos Cárnicos y Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Materia prima

- Carne fresca de pollo (Mercado Mayorista de Trujillo)
- Grasa fresca de cerdo (Mercado Mayorista de Trujillo)
- Pulpa fresca de bonito (Terminal pesquero de Trujillo)

3.2.2. Ingredientes

- Sal yodada fina 99.5% (EMSAL)
- Sal de Cura (LINROS INTERINSUMOS)
- Agua potable fría (2°C)
- Polifosfato grado alimenticio (LINROS INTERINSUMOS)
- Tocino fresco
- Huevos de gallina frescos
- Azúcar blanca (LAREDO)
- Ajos molidos frescos
- Nuez moscada molida fresca
- Pimienta negra molida fresca
- Tripa artificial de colágeno

3.2.3. Utensilios e Instrumentos

- Cuchillos de cocina
- Tabla de picar de polipropileno
- Bandejas de plástico
- Cocina eléctrica
- 01 Vasos de precipitado de 50 mL
- 01 Sartén
- Pipetas de 5 mL

3.2.4. Equipos

- Cutter de acero inoxidable. Echiza. Capacidad máxima: 6000 g
- Embutidora manual de acero inoxidable Marca SAUSAGE MAKER
Capacidad: 15 kg.
- Balanza analítica Marca A&D COMPANY – gr. 200. Capacidad:
2100 g Sensibilidad 0,0001 g.
- Refrigeradora Marca BOSCH
- Colorímetro Marca KONICA MINOLTA CR-400/410
- Texturómetro Marca INSTRON. Modelo 3342. Con el software
Bluehill Life. Capacidad de carga de 0.5 kN (112 lbf). Espacio de
ensayo vertical de 651 mm

3.3. Método experimental

3.3.1. Esquema experimental para la evaluación de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

La Figura 1, muestra el esquema experimental para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito, siendo las variables dependientes: capacidad de retención de agua (CRA), color, firmeza y

aceptabilidad general; y las variables independientes: número de lavados de la pulpa (4 y 6) y tres concentraciones del surimi de bonito (10, 20 y 30%).

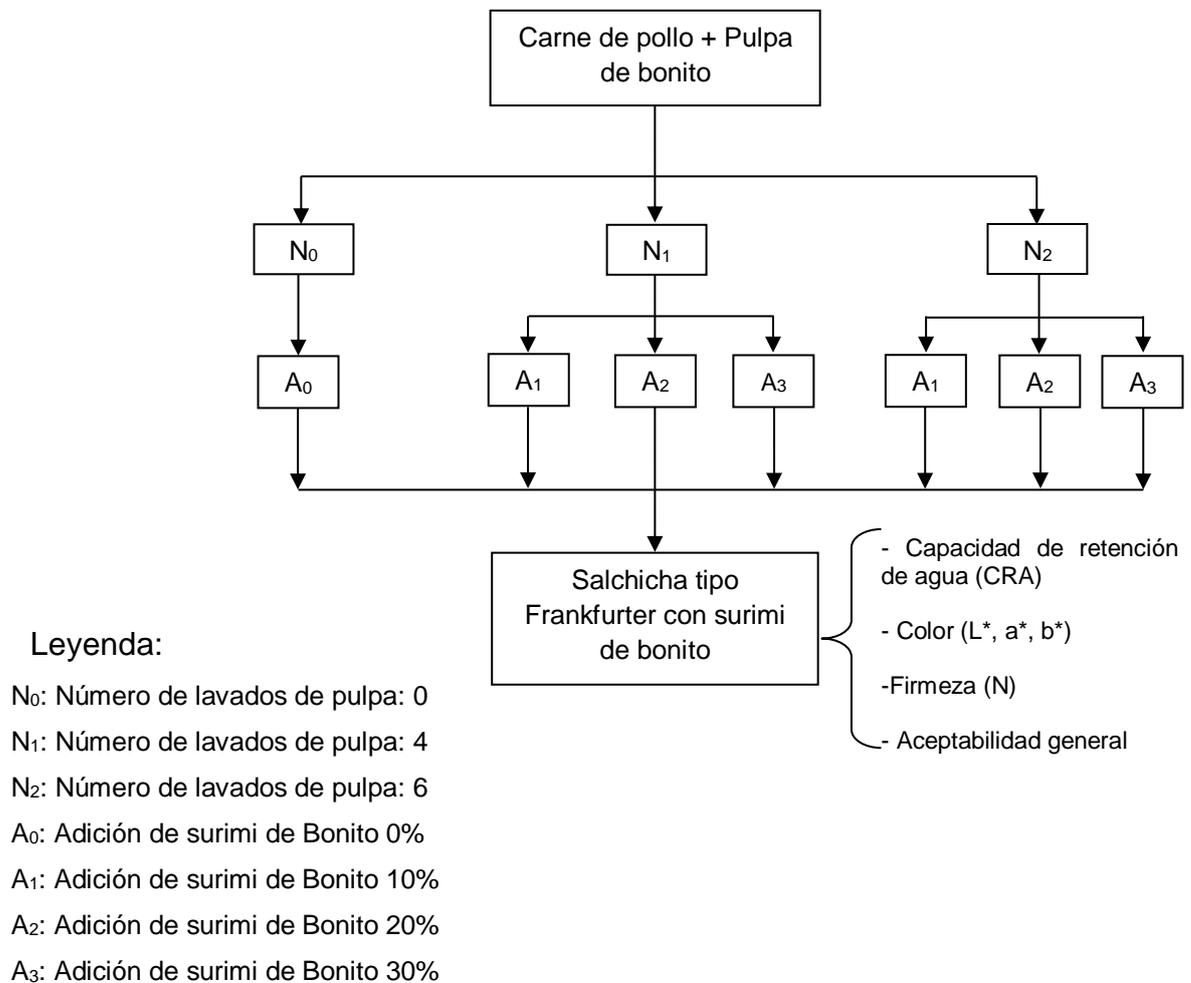


Figura 1. Esquema experimental de la adición de surimi de bonito en salchicha tipo Frankfurter.

En el Cuadro 5, se presentan la formulación base para la obtención de salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito.

Cuadro 5. Formulaciones para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Ingredientes	Control (%)	Surimi %10	Surimi % 20	Surimi % 30
Carne de pollo	27	27	27	27
Grasa de Cerdo	30	30	30	30
Surimi de bonito	0	10	20	30
Agua helada potable	12	12	12	12
Sal yodada fina	2	2	2	2
Polifosfato	0.1	0.1	0.1	0.1
Huevos de gallina frescos	7	7	7	7
Tocino fresco	20	20	20	20
Azúcar blanca	0.6	0.6	0.6	0.6
Ajos molidos frescos	0.8	0.8	0.8	0.8
Nuez moscada molida fresca	0.1	0.1	0.1	0.1
Pimienta negra molida fresca	0.4	0.4	0.4	0.4
Total (%)	100	110	120	130

Fuente: Adaptado de Castelo y Mayacela, 2012.

3.3.2. Procedimiento experimental para la elaboración de surimi de bonito

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de surimi de bonito según Delgado y Pizardi (2003):

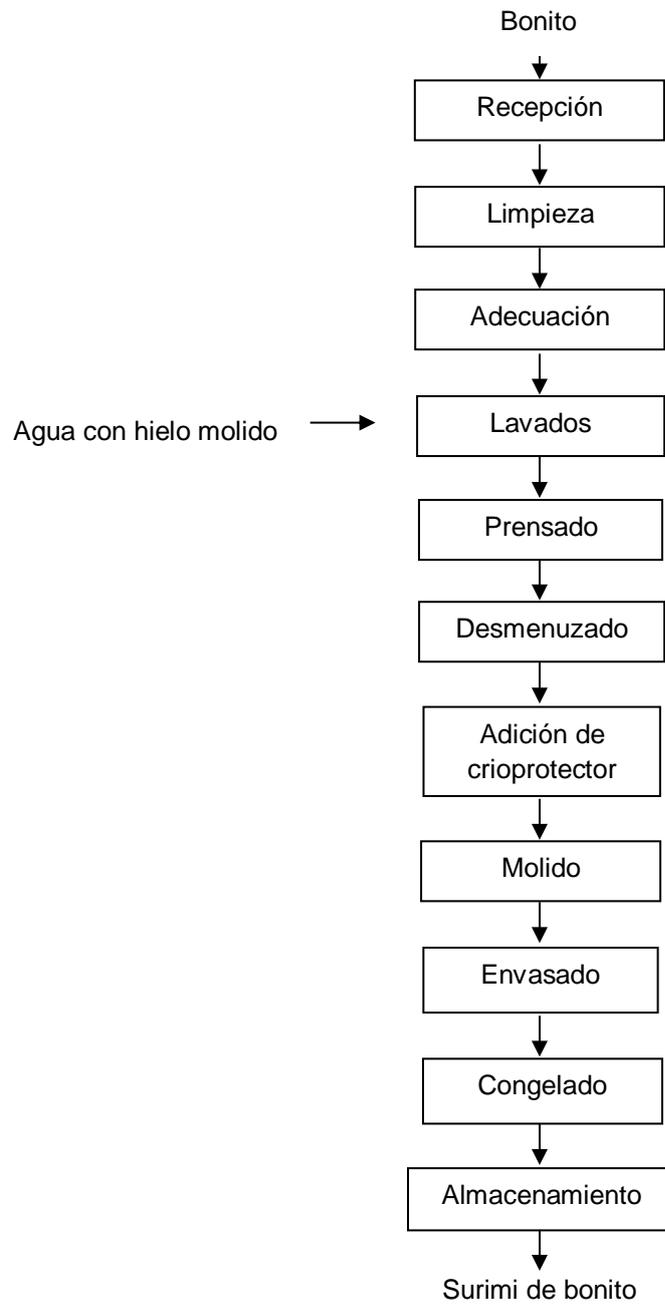


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de surimi de bonito

A continuación se describe cada operación del diagrama de flujo de la Figura 2 según Delgado y Pizardi (2003):

Recepción. Se recibió el bonito entero y se seleccionó siguiendo la escala de Wittfogel para pescado de buena calidad organoléptica, con 19 puntos en la escala. (Anexo 1)

Limpieza. El bonito entero se lavó con agua potable fría a fin de eliminar la suciedad y otros residuos de su superficie.

Adecuación. El bonito limpio fue descabezado, eviscerado y cortado longitudinalmente por la parte ventral de manera manual, obteniéndose filetes homogéneos. La carne se separó a mano obteniéndose pulpa de pescado libre de piel, espinas y carne oscura.

Lavados. La pulpa de pescado se blanqueó mediante dos números de lavados (4 y 6) con agua fría (5°C) por 10 minutos, cada lavado permitió eliminar los pigmentos, sangre, grasa y componentes solubles en agua que producen el olor y sabor a pescado.

Prensado. Se eliminó el exceso de agua exprimiendo primero con una bolsa de nylon y, finalmente, con una tela yute previamente lavada y desinfectada, durante 10 minutos.

Desmenuzado. La pulpa de pescado fue desmenuzada manualmente obteniéndose una pulpa de color más blanco.

Adición de crioprotector. La pulpa desmenuzada se mezcló manualmente con el crioprotector (sacarosa 1.5%, sorbitol 1.5% y polifosfato 0.4%).

Molido. La mezcla anterior fue molida por el cutter durante 5 minutos con la finalidad de estabilizar la pulpa.

Envasado. La pasta de surimi de 4 y 6 lavados acondicionada con el crioprotector se envasó en bolsas de polietileno de alta densidad, realizándose el mismo procedimiento para las tres repeticiones.

Almacenamiento. La pasta de surimi se mantuvo almacenada a -18 °C por un total de 62 horas hasta su posterior procesamiento (Pérez, 2012).

3.3.3. Procedimiento experimental para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

En la Figura 3, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito según Castelo y Mayacela, (2012).

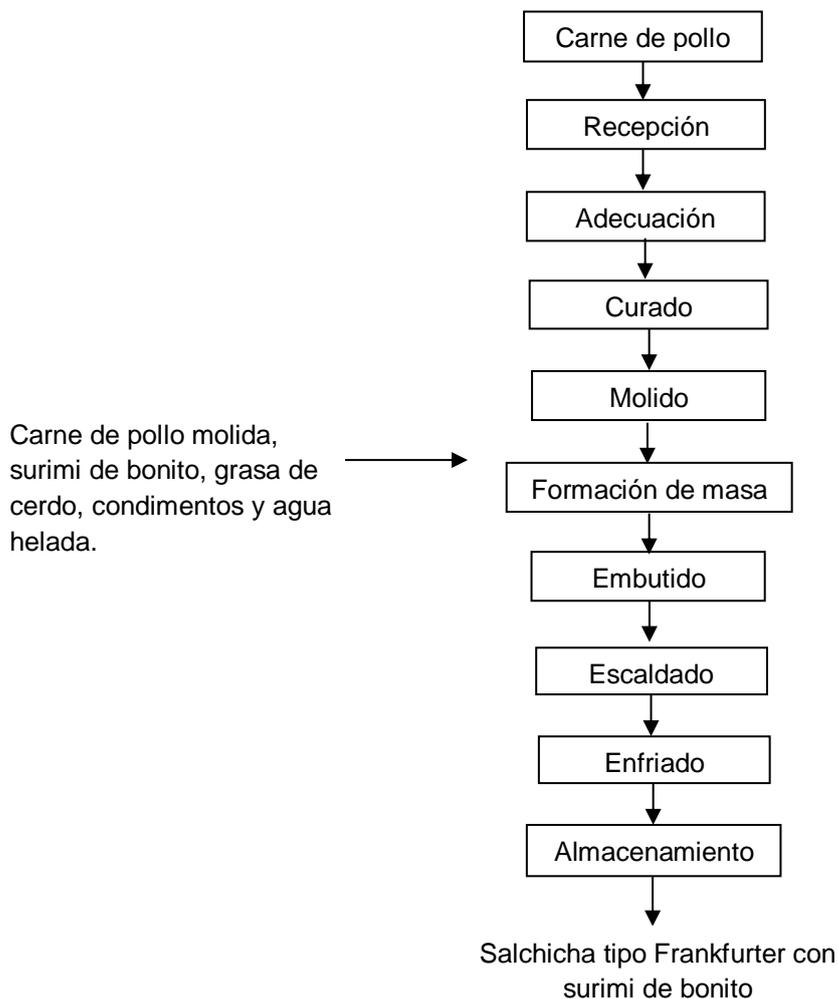


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

A continuación se describe cada operación del diagrama de flujo de la Figura 3 según Castelo y Mayacela, (2012).

Recepción. La carne de pollo se inspeccionó visualmente y se tomó control de temperatura promedio (21°C) y pH promedio (6.2).

Adecuación. En esta etapa se lavó la carne de pollo y la grasa de cerdo. Luego ambos ingredientes se trocearon en cubos de 5 cm de lado.

Curado. A la carne de pollo de la etapa anterior se le agregó 2% de sal de cura (sobre el peso de la carne), sal de cocina y azúcar blanca. Posteriormente se dejó en reposo en el refrigerador a 4 °C por un tiempo de 24 h.

Molido. En un molino de carne, con disco de 5 mm, se molió por separado la grasa, la carne de pollo y finalmente el surimi de bonito.

Formación de masa. Se colocó la carne molida, el surimi de bonito (0, 10, 20 y 30%) y la grasa en el cutter durante 7 min, logrando una masa inicial. Luego se agregó los condimentos y el agua helada gradualmente en la masa inicial accionando la cutter durante 8 min adicionales. Se obtuvo una pasta fina y suave.

Embutido. Se realizó en tripas de colágeno calibre 20 mm de diámetro, con una longitud de 10 cm cada salchicha, amarrados los extremos con pabilo.

Escaldado. Las salchichas embutidas se colocaron en una olla de acero inoxidable con agua caliente a 90 °C, se esperó que el centro de la salchicha alcanzara los 75 °C y permaneció a esta temperatura por 40 minutos.

Enfriado. Inmediatamente terminado el escaldado las salchichas se enfriaron con agua potable fría a 4 °C.

Almacenamiento. Las salchichas fueron almacenadas en refrigeración a 4 °C durante 24 h. Luego de este tiempo se realizaron los análisis fisicoquímicos y sensoriales correspondientes.

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó según los métodos de Rengifo y Ordoñez, (2010). Se requirió del peso de las salchichas crudas y de las salchichas cocidas frías. La CRA se determinó como pérdida de peso por cocción de las salchichas, realizándose tres repeticiones y reportando el promedio de los valores. El cálculo se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$CRA = \left[\frac{\text{Peso crudo (g)} - \text{Peso cocido (g)}}{\text{Peso crudo (g)}} \right] \times 100\%$$

3.4.2. Análisis del color

Se midieron las características de luminosidad (L^*) que va desde 0 = negro y 100 = blanco, a^* (- a = verde, + a = rojo), y b^* (- b = azul, + b = amarillo).

Las mediciones se realizaron directamente en la muestra, se tomaron de la superficie y de la parte interna de una rebanada de salchicha cortada de la parte central con aproximadamente 3 cm de grosor (Steffens y otros, 2006).

3.4.3. Análisis de Firmeza

Se midió la resistencia a la penetración que se obtuvo en gramos fuerza (gf) y se transformó a Newton (N). La resistencia a la penetración se define como el valor de fuerza máxima presentada antes de la ruptura

o flujo del material al realizar el proceso de penetración con una herramienta que posea un diámetro igual o menor a 3 veces el diámetro del material a ensayar, de tal manera que los efectos en los bordes y la parte inferior del material sean insignificantes.

Se utilizó 5 cm altura de salchicha como muestra, la cual fue apoyada sobre una base sólida con una perforación central que permitió el libre paso del pistón al momento de atravesarla. El diámetro del pistón fue de 9.6 mm, la velocidad fue de 50 mm/min y de la muestra 20 mm aproximadamente (Pérez y Arévalo, 2009).

3.4.4. Aceptabilidad general de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

En las Figura 4, 5 y 6 se presenta la evaluación de la aceptabilidad general de salchicha tipo Frankfurter, según la preferencia del consumidor se evaluó por medio de una escala hedónica estructurada de 9 puntos desde “Me gusta muchísimo” a “Me disgusta muchísimo”. Se realizó con un panel de 45 jueces habituales consumidores del Producto (Carpenter y otros, 2002).

Las muestras se prepararon 1 h antes de realizar la prueba. Se cortaron rodajas de salchichas y se frieron con su propia grasa, agregándole aproximadamente 10 cm³ de aceite vegetal, se dejó enfriar las muestras y se colocaron las rodajas de salchicha de 10 g cada una en un plato descartable de primer uso acompañado de un vasito de 5 mL de agua mineral como neutralizante (Piñero y otros, 2005), las muestras se presentaron en dos grupos, (muestra de 4 lavados más muestra control y después de media hora se presentaron las muestra de 6 lavados más muestra control).

Nombre del panelista:

Fecha:

A continuación pruebe las muestras de salchichas tipo Frankfurter, evalúe cada muestra y coloque un aspa para cada escala según su aceptabilidad. Puede comentar porque prefirió determinada muestra.

ESCALA	CODIGOS DE MUESTRAS			
	925	337	259	727
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				

Comentario:

.....

.....

Gracias

Figura 4. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito (muestra con 4 lavados y muestra control).

Fuente: Carpenter y otros, 2002.

Nombre del panelista:

Fecha:

A continuación pruebe las muestras de salchichas tipo Frankfurter, evalúe cada muestra y coloque un aspa para cada escala según su aceptabilidad. Puede comentar porque prefirió determinada muestra.

ESCALA	CODIGOS DE MUESTRAS		
	878	546	345
Me gusta muchísimo			
Me gusta mucho			
Me gusta moderadamente			
Me gusta poco			
No me gusta ni me disgusta			
Me disgusta poco			
Me disgusta moderadamente			
Me disgusta mucho			
Me disgusta muchísimo			

Comentario:

.....

.....Gracias

Figura 5. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito (muestra con 6 lavados y muestra control).

Fuente: Carpenter y otros, 2002.

3.5. Métodos estadísticos

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 2, con 3 repeticiones.

Para los análisis de CRA, color y firmeza, se realizó la prueba de Levene modificado con el fin de comparar la homogeneidad de varianzas de los datos experimentales y pasar al análisis de varianza (ANVA) y posteriormente a la prueba Duncan.

Para la aceptabilidad general se empleó las pruebas de Friedman y Wilcoxon.

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 20 para Windows con un nivel de significancia del 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre la CRA en salchicha tipo Frankfurter.

En la Figura 6, se presenta el comportamiento de la CRA en la salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito. El tratamiento control presentó un valor de 0.33%. Se observa que al aumentar el número de lavados y la adición de surimi la CRA aumentó desde 0.42 hasta 0.62%.

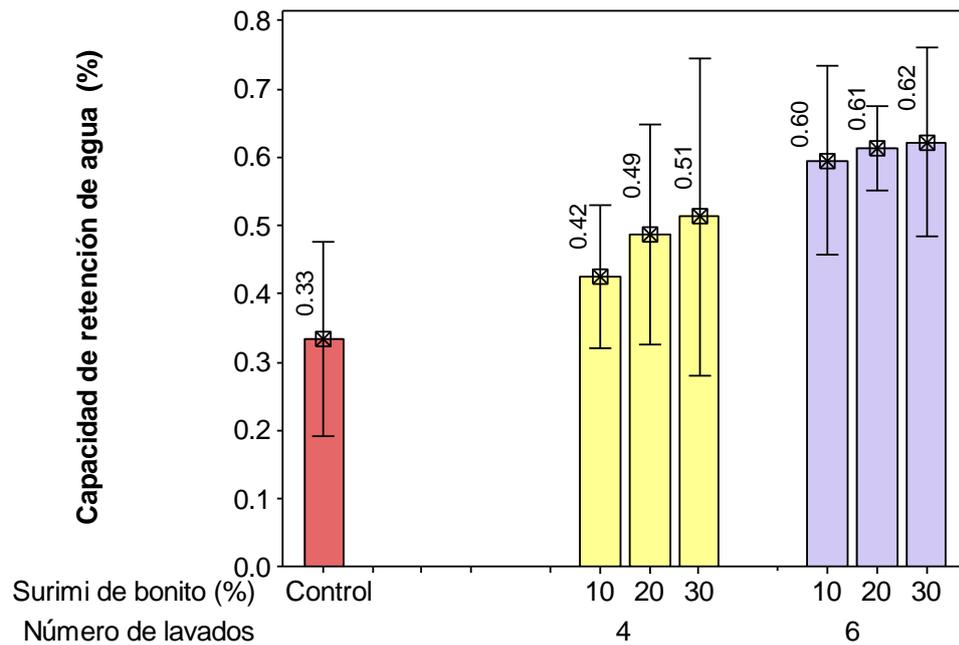


Figura 6. Capacidad de retención de agua de la salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Díaz y otros (2015), quienes elaboraron salchichas con adición de surimi e hidrocoloides, reportaron resultados similares a esta investigación, indicando que al incorporar hidrocoloides y surimi en la formulación, obtuvieron una mejor capacidad de retención de agua, lo que originó mejores resultados. Estos autores indicaron que al incorporar surimi como aditivo disminuye el agua extraída del medio por sus propiedades funcionales, lo cual indica una mejor capacidad de retención de agua, teniendo mejores resultados

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a la CRA de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito, se aprecia que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan.

Cuadro 6. Prueba de homogeneidad de Varianza para la CRA en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Variable	Estadístico de Levene	p
CRA (%)	0.280	0.937

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de varianza para la CRA en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.

Cuadro 7. Análisis de Varianza para la CRA en salchicha tipo Frankfurter con adición surimi de bonito.

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
	Lavados: L	0.082	1	0.082	1.233	0.289
	Surimi: S	0.011	2	0.005	0.079	0.924
CRA (%)	L*S	0.003	2	0.001	0.022	0.978
	Error	0.802	12	0.067		
	Total	0.898	17			

El análisis de varianza muestra que el número de lavados y la adición de surimi no presentaron efecto significativo ($p > 0.05$) sobre la CRA en las salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito. Este resultado indicó que ya no fue necesario realizar la prueba de Duncan.

Leyva y otros (2002), elaboraron salchichas con surimi liofilizado, estos autores indicaron que la incorporación de surimi liofilizado como aditivo en la elaboración de salchichas tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) en la capacidad de retención de agua. Reportan que al incrementar la cantidad de aditivo disminuyó la cantidad de agua extraída, independientemente del nivel de grasa.

4.2. Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre el color (L^* , a^* , b^*) de la salchicha tipo Frankfurter

En la Figura 7, se presenta los resultados de luminosidad. El tratamiento control presentó un valor L^* de 65.30. La adición de surimi de 10 a 30%, con 4 lavados los valores de L^* disminuyeron de 67.41 a 62.19 y con 6 lavados de 63.06 a 59.89.

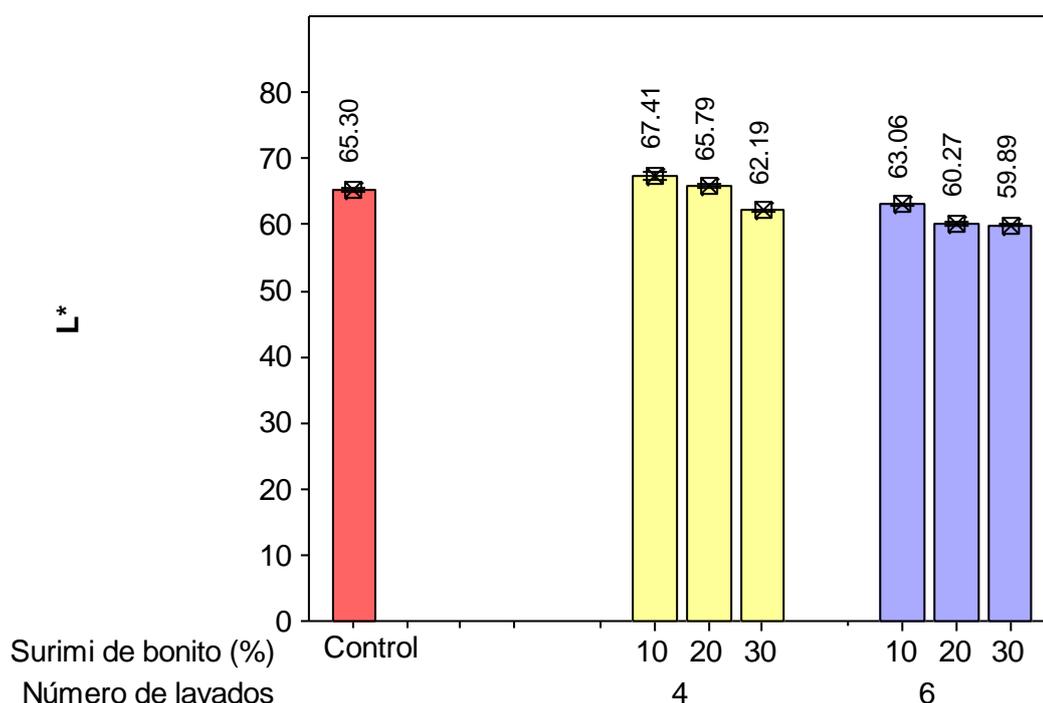


Figura 7. Valores de color L^* en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Campagnoli y otros (2010), evaluaron el color en salchichas con tilapia de nilo al 0, 20, 40, 60, 80 y 100% de tilapia, a medida de que se va aumentando la adición de surimi de 0 a 100% los valores de L^* disminuyeron de 68.1 a 65.13 mostrando un color más amarillento con el 100% de surimi.

Con respecto a cromaticidad a^* (Figura 8), se observa que el control presentó un valor 1.22; al aumentar la adición de surimi de 10 a 30% los valores de a^* para las muestras con 4 lavados aumentaron de 2.10 a 4.21; y para las muestras con 6 lavados los valores de a^* aumentaron y fueron de 2.47, 4.58 y 4.16, mostrando tonos de rojo a rojo oscuro como resultado de la presencia de pulpa negra en el fileteado, respectivamente

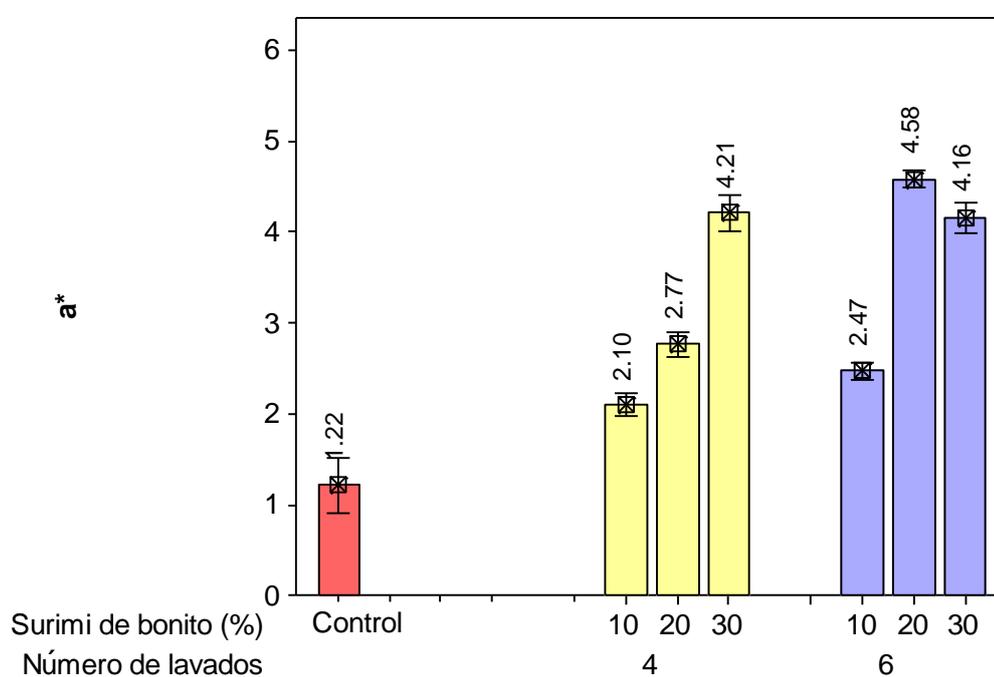


Figura 8. Valores de color a^* en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Sin embargo al revisar otros estudios como el de Compagnoli y otros (2010), que elaboraron salchichas con Tilapia de Nilo, observaron que los valores de cromaticidad a^* disminuyen de 2.95 a 2.25 con el 100% de Tilapia en la salchicha; presentando un color más grisáceo como resultado de la presencia de carne oscura y aletas; mientras que Leyva y

otros (2002), elaboraron salchichas con surimi liofilizado (1.5 y 3%) de mojarra tilapia, quienes indican que el parámetro a^* no se vio modificado.

La diferencia que presentan (Compagnoli y otros 2010, Leyva y otros 2002) con esta investigación puede deberse principalmente a la variedad de pescado que se usó para el surimi (carne de pescado de Tilapia), la cantidad y la manera de incorporación (surimi liofilizado, pasta de surimi lavada).

Para b^* (Figura 9), se observa que la muestra control presentó valor de 15.39, además, al aumentar la adición de surimi de 10 a 30% con 4 lavados los valores fueron de 13.57, 13.82 y 13.93, respectivamente, para las muestras con 6 lavados los valores de b^* también ascendieron de 13.92, 13,46 a 13.97, mostrando un color amarillo claro, respectivamente.

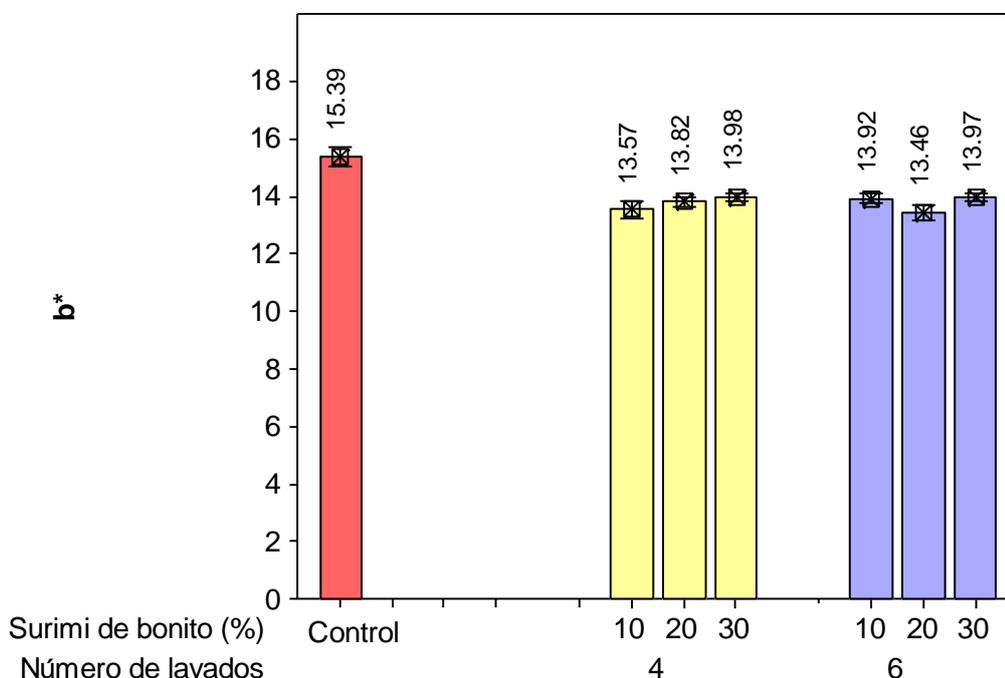


Figura 9. Valores de color b^* en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de L^* , a^* y b^* para la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito. Se observa que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan.

Cuadro 8. Prueba de homogeneidad de varianza de Levene modificada para los valores de L^* , a^* y b^* en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

Variable	Estadístico de Levene	p
L^*	0.580	0.741
a^*	0.460	0.827
b^*	0.190	0.976

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza para los valores de L^* , a^* y b^* en las salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito.

El análisis de varianza muestra que el número de lavados y la adición de surimi, presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre L^* y a^* , caso contrario ocurrió para b^* ($p > 0.05$).

Campagnoli y otros (2010), elaboraron salchichas con Tilapia de Nilo evaluándolas en un lapso de 40 días que duró el almacenamiento los resultados reportaron que si se presentó efecto significativo ($p < 0.05$) en los análisis de color L^* , a^* y b^* . Para el caso de L^* , a medida que

aumentaba el porcentaje de carne de pescado los valores disminuían, caso contrario ocurrió para a* y b*.

Cuadro 9. Análisis de varianza para los valores de L*, a* y b* en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
L*	Lavados: L	74.111	1	74.111	256.514	0.000
	Surimi: S	52.869	2	26.434	91.495	0.000
	L*S	7.921	2	3.960	13.707	0.001
	Error	3.467	12	0.289		
	Total	138.368	17			
a*	Lavados: L	2.281	1	2.281	38.992	0.000
	Surimi: S	11.605	2	5.802	99.178	0.000
	L*S	2.889	2	1.445	24.691	0.000
	Error	0.702	12	0.059		
	Total	17.477	17			
b*	Lavados: L	0.000	1	0.000	0.001	0.972
	Surimi: S	0.347	2	0.173	1.345	0.297
	L*S	0.374	2	0.187	1.452	0.272
	Error	1.546	12	0.129		
	Total	2.267	17			

En los Cuadros 10 y 11 se presentan las Pruebas de Duncan aplicadas a los valores de L* y a* en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito. Esta prueba afirmó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos.

Así mismo en el Cuadro 10, se aprecia el subgrupo 3, donde se tuvo a la salchicha control con valor L^* de 65.30, y la formulación de 4 lavados y 20% de adición de surimi con valor L^* de 65.79, por lo que entre estos dos tratamientos no existe diferencia estadística considerándose los mejores. *La formación de subgrupos es debido a la similitud entre los valores de cada variable dependiente

Cuadro 10. Prueba de Duncan para los valores de L^* en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
6	30	59.89			
6	20	60.27			
4	30		62.19		
6	10		63.06		
	Control			65.30	
4	20			65.79	
4	10				67.41

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Duncan para a^* ; se observa la formación de 4 subgrupos, donde en el subgrupo 1 el tratamiento control presentó un valor de 1.22, en el subgrupo 2 se tiene a los tratamientos con surimi al 10% con 4 y 6 lavados (estadísticamente iguales al estar en el mismo subgrupo) que presentaron valores de 2.10 y 2.47, respectivamente, considerándose los mejores por estar cercanos al tratamiento control.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para los valores de a* en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
	Control	1.22			
4	10		2.10		
6	10		2.47	2.47	
4	20			2.77	
6	30				4.16
6	20				4.21
4	30				4.58

4.3. Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre firmeza en salchicha tipo frankfurter

En la Figura 10 se observa la firmeza en salchichas tipo Frankfurter con adición de surimi de 10, 20 y 30%; el tratamiento control presentó valor de 0.63 N., las muestras con 4 lavados reportaron valores ascendentes de 1.02, 0.97 y 1.05, respectivamente y las muestras con 6 lavados también obtuvieron valores ascendentes los cuales fueron de 0.86, 1.13 y 1.51, respectivamente. Esto se debe según Rojas (2011) a que la capacidad de formación de gel de surimi, le permite, con pequeñas variaciones, adquirir una gran variedad de texturas más firmes y compactas.

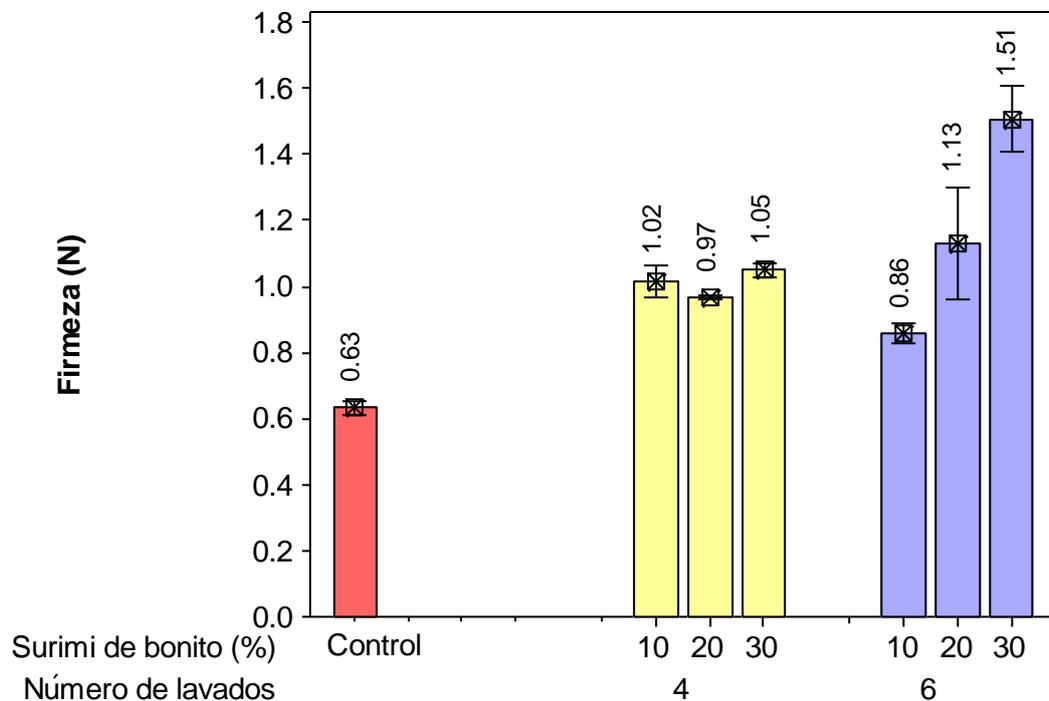


Figura 10. Valores de Firmeza en salchicha tipo frankfurter con adición surimi de bonito

Leyva y otros (2011), elaboraron salchichas con surimi liofilizado, éstos indicaron que la incorporación de surimi liofilizado a niveles de 0, 1.5 y 3%, incrementaron significativamente los valores de firmeza de 5.11 N. a 7.20 N.

Granados y otros (2013) elaboraron salchichas con subproductos de atún, indicando que al cambiar la formulación inicial con carne de pescado cocida por carne cruda (41.8% de carne de pescado) originó un aumento de los valores de dureza (valor promedio de las repeticiones fue de 24.6 N).

Díaz y otros (2015), elaboraron salchichas con adición de surimi e hidrocoloides, indicando el incremento de la fuerza máxima de 3.9 a 6.5N con niveles de 0, 10 y 20% de surimi y 0.5% de gelana o carragenina, reportaron que mejoró la resistencia, sin embargo, se ejerció mayor fuerza y trabajo al corte.

En el Cuadro 12, se muestra la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de firmeza, se observa que existió homogeneidad de varianza ($p>0.05$), por lo que se procedió al análisis de varianza.

Cuadro 12. Prueba de Levene modificada para la firmeza de la salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi de bonito

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	1.730	0.187

En el Cuadro 13, se muestra el análisis de varianza para los valores de firmeza de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.

El análisis de varianza determinó que el número de lavados y adición de surimi presentaron efecto significativo ($p<0.05$) sobre la firmeza en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la firmeza en salchicha tipo Frankfurter con adición surimi de bonito

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Firmeza	Lavados: L	0.106	1	0.106	5.094	0.043
	Surimi: S	0.368	2	0.184	8.810	0.004
	L*S	0.287	2	0.143	6.860	0.010
	Error	0.251	12	0.021		
	Total	1.012	17			

Ramírez y otros (2011), elaboraron hamburguesas de *Euthynnus lineatus* (barrilete negro), reportaron que existió diferencias significativas ($p < 0.05$), reportando que los valores de firmeza incrementaron de 0.31 a 3.42 N. al igual que en nuestros tratamientos.

En el Cuadro 14, se presenta la prueba Duncan aplicada a la firmeza en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito, en el subgrupo 1 se tiene al tratamiento de 6 lavados y adición de 10% de surimi y al tratamiento control con valores de firmeza 0.86 y 0.63 N, respectivamente; considerándose como mejor tratamiento.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para Firmeza en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	Subgrupo			
		1	2	3	4
	Control	0.63			
6	10	0.86	0.86		
4	20		0.97	0.97	
4	10		1.02	1.02	
4	30		1.05	1.05	
6	20			1.13	
6	30				1.51

4.4. Efecto del número de lavados y la adición de surimi de bonito sobre la aceptabilidad general en salchicha Frankfurter

En la Figura 11, se observa la media de la aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con adición de surimi al 10, 20, 30%. El tratamiento control presentó mayor aceptación (7.71); para las muestras con 4 lavados la media disminuyó de 7.42 a 5.56 y para las muestras con 6 lavados la media también disminuyó de 6.91 a 6.60.

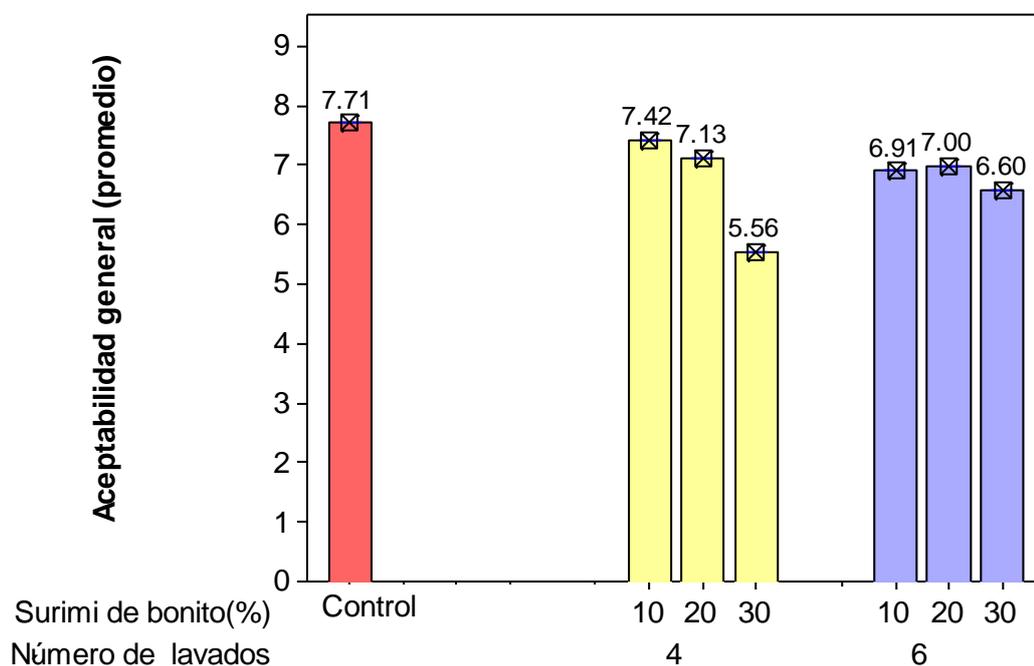


Figura 11. Valores de aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con adición surimi de bonito

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Friedman aplicada a la aceptabilidad general en salchichas tipo Frankfurter con surimi de bonito, donde existió diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados, se aprecia además los valores de la media, rango promedio y moda. El control presentó el mayor rango promedio de 7.71 con moda de 7 correspondiente a la percepción de “me gusta moderadamente”, entre los tratamientos, el que presentó mayor aceptación fue el de 10% de adición de surimi con 4 lavados con rango promedio de 7.42 con moda de 8 correspondiente a la percepción de “me gusta mucho”, sin embargo los tratamientos de 6 lavados de 10 y 30% adición de surimi, también presentaron una moda de 8 con un rango promedio de 3.86 y 3.38 respectivamente.

Cuadro 15. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con adición surimi de bonito

Numero de Lavados	Surimi de bonito (%)	Rango promedio	Media	Moda
	Control	5.31	7.71	7
4	10	4.89	7.42	8
4	20	4.24	7.13	7
4	30	2.26	5.56	6
6	10	3.86	6.91	8
6	20	4.07	7.00	7
6	30	3.38	6.60	8
Chi-cuadrado			66.272	
p			0.000	

García y otros (2010), elaboraron salchichas con atún y carne, donde existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos que hicieron, para la prueba de análisis sensorial aplicaron un análisis de varianza en bloque, que indicó que la salchicha elaborada con una menor proporción de atún (30%), alcanzó valores superiores en todos los atributos, encontrándose entre “me gusta muchísimo y me gusta mucho” de una escala hedónica de 4 puntos.

El Cuadro 16 se presenta la prueba de Wilcoxon para aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito; mediante esta prueba se comparó al tratamiento con mayor rango promedio (surimi al 10% y 4 lavados) con los demás; donde se observó que este tratamiento presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con las muestras de surimi al 30% con 4 y 6 lavados. Considerándose como mejor tratamiento por presentar mayor aceptabilidad general (rango promedio de 4.89).

Cuadro 16. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con adición surimi de bonito

Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	p
			Control	0.328
4	10	4	20	0.141
		4	30	0.000
		6	10	0.052
		6	20	0.198
		6	30	0.004

Granados y otros (2013), evaluaron la aceptabilidad general de salchichas con atún, utilizando una escala hedónica de 4 puntos con un panel de 40 evaluadores no entrenados, los resultados obtuvieron valores superiores encontrándose entre me gusta muchísimo y me gusta mucho, indicando que la formulación con 41.8% de surimi presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) siendo la más aceptada por los panelistas.

Izquierdo y otros (2007), elaboraron salchichas a base de cachema negra, donde evaluaron características de sabor utilizando una escala hedónica de 4 puntos, con un panel de 60 evaluadores no entrenados, estos resultados señalan que las formulaciones con 0 y 15% de surimi presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto a sabor; indicando que la formulación con mayor contenido de surimi (15%), fue la más aceptada por los panelistas.

V. CONCLUSIONES

- Existió efecto significativo del lavado de la pulpa y la adición de surimi de bonito sobre los parámetros de color L^* y a^* , firmeza y aceptabilidad general de salchichas tipo Frankfurter, caso contrario ocurrió para capacidad de retención de agua (CRA) y b^* .
- El tratamiento con 4 lavados y 20% de surimi de bonito permitió obtener mejor valor de L^* (65.79) salchichas tipo Frankfurter
- El tratamiento con 6 lavados y 10% de adición de surimi obtuvo mejor firmeza (0.86 N.) en salchichas tipo Frankfurter.
- El tratamiento con 4 lavados y 10% de surimi de bonito presentó mejor valor de a^* (2.10) y mayor aceptabilidad general con moda 8, (percepción “me gusta moderadamente”) en salchichas tipo Frankfurter.

VI. RECOMENDACIONES

- Estudiar diferentes formas de blanqueado (lavado sucesivos y blanqueado químico) para la pulpa del pescado con el fin de reducir pérdidas por lavado.
- Probar otras variedades de pescado como por ejemplo (jurel y caballa por ser más accesibles económicamente) a ser agregados como surimi lavado para la elaboración de embutidos escaldados.
- En caso se utilice para otros proyectos el pescado bonito, se recomienda que el tiempo de lavado sea menor a 10 minutos.
- Si se considera utilizar la carne del pescado bonito, se recomienda separar carne parte blanca y parte negra.

VII. BIBLIOGRAFIA

Acosta, R., Costas, C. y Formento, P. (2011). Manual de cortes para el abasto de carnes alternativas: conejo – cerdo- pollo – ovinos. Departamento de Alimentos Escuela de Nutrición y Dietética. Instituto Nacional de carnes dirección de contralor del mercado interno. Montevideo, Uruguay.

Alvarado, V. (2004). Efecto de la temperatura del agua de lavado y número de lavados en la calidad sensorial y composición química de croquetas obtenidas a partir de pulpa lavada de lorna (*Scisena deliciosa*). Tesis de grado, Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Amézquita, A. y Restrepo, D. (2001). Tratamiento térmico en productos cárnicos. Industria de Carnes. Capítulo VI. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Editado por la Universidad Nacional de Colombia – Medellín.

Apuparo, E. y Sinchi, F. (2012). Determinación de Macronutrientes en alimentos preparados con cárnicos y pescados más consumidos en la ciudad de Cuenca. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Universidad de Cuenca. Ecuador.

Bazán, E. (2015). Efecto de la adición de surimi de pota sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general del pan tipo francés. Tesis de grado, Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Bejarano, E., Bravo, M., Huamán, M., Huapaya, C., Amalia, H. y Rojas, E. (2008). Tabla de Composición de Alimentos Industrializados. Ministerio de

Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Primera Impresión. Perú.

Campagnoli, P., Fávaro, C., Trindade, M., Carvalho, J. y Macedo, E. (2010). Calidad de la salchicha elaborada con Tilapia de Nilo picado almacenado en frío. Programa de posgrado en Acuicultura, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Ciencia Básicas y Zootecnia. Brasil.

Carballo, J. y Jiménez, F. (2011). Principios básicos de elaboración de embutidos. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Instituto del Frio Ciudad universitaria. Imprime Rivadeneyra, S.A. Cuesta de San Vicente - Madrid, España.

Carpenter, R., Lyon, D. y Hasdell, T. (2002). Análisis sensorial. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Castelo, C., Mayacela X. (2012). Análisis del proceso productivo y aprovechamiento de las mermas en las plantas de lácteos y embutidos. Tesis de grado. Universidad Nacional de Chimborazo. Ecuador.

Carvajal, G., Ayala, G. y Sirvas, S. (2009). Curso. Tecnología Pesquera, Tema: Microbiología de Pescados y Mariscos. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.

Delgado y Pizardi (2003). Elaboración de salchichas de pescado a partir de surimi de jurel (*Trachurus picturatus murphyi*). Anales Científicos UNALM. Vol. XLIV pp. 78-98.

Díaz, A. (2004). Presencia de Bacterias Saprofitas y Patógenas en Piel y Branquias de Pescado Fresco. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias

Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Universidad Austral de Chile.

Díaz, L. (2013). Efecto de la sustitución de la grasa de cerdo por la proporción de almidón de arracacha y fibra de avena, sobre la textura, retención de agua, color y aceptabilidad general de la salchicha tipo viena. Tesis de para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Díaz, J., Pérez, M. y Totosaus, A. (2015). Efecto de la reducción de grasa sobre las propiedades del agua y textura en salchichas formuladas con surimi adicionado de hidrocoloides. Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México

FAO, (2006), Fichas técnicas – productos frescos y procesados: productos cárnicos, salchichas estilo Viena. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y a agricultura

FAO, (2012). Departamento de agricultura y protección del consumidor. Producción y sanidad animal. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura por un mundo sin hambre.

Funiber (Fundación Universitaria Iberoamericana) (2012). Base de datos Internacional de composición de Alimentos

Recuperado de:

<http://www.composicionnutricional.com/alimentos/PESCADO-BONITO-PC-4>

García, A., Izquierdo, P., Uzcátegui-Bracho, S., Faría, J., Allara, M. y García, A. (2005). Formulación de salchichas con atún y carne: vida útil y

aceptabilidad. Revista Científica, Vol XV N°3, pp. 272-278. Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela.

Granados, C., Guzmán, L., Acevedo, D. (2013). Análisis proximal, sensorial y de textura de salchichas elaboradas con subproductos de la industria procesadora de atún (*Scrombridae thunnus*). Revista Información Tecnológica vol 24(6) pp. 29-34. Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería de Alimentos. Colombia

Hleap, J., Gutiérrez, A. y Rivera, L. (2010). Análisis microbiológico y sensorial de productos elaborados a partir de surimi de carduma (*Cetengraulis mysticetus*) y plumuda (*Opisthonemaspp.*). Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Colombia.

Hleap, J. y Velasco, V. (2012). Parametros fisicoquímicos durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de Tilapia Roja (*oreochromis sp.*). Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 10(1) pp. 42-50. Universidad Nacional de Colombia.

IMARPE, Instituto del Mar del Perú (1970). Informe N° 33 Algunas características Físicas y Químicas de las Principales Especies para Consumo Humano y sus Rendimientos en Productos Pesqueros en el Perú. Callao, Perú.

ITP, Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (2007). Investigación y desarrollo de productos pesqueros. Fichas Técnicas. Callao, Perú.

Izquierdo, P., García, A., Allara, M., Rojas, E., Torres, G. y González, P. (2007). Análisis Proximal, Microbiológico y Evaluación Sensorial de Salchichas Elaboradas a Base de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de

Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias. Revista Científica vol XVII(3) pp. 294-300. Universidad de Zulia. Maracaibo Venezuela.

Kong I. y Castro H. (2002). Proyecto Mecesus Ant003. Incorporación de Valores de Desarrollo Sustentable en los Profesionales que forma la Universidad de Antofagasta". Guía de Biodiversidad N°3 Vol. I Macrofauna y Algas marinas. Peces. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA) II Región de Antofagasta – Chile

Lazo, L. (2006). Elaboración de Harina de Pota (*Dosidicus gigas*) precocida para consumo humano. Tesis de grado, Facultad de Pesquería. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Leyva, M., Ramírez, A, Martín, O., Hernández, G., Vázquez, M. (2002) Empleo de surimi liofilizado en emulsiones cárnicas con bajo contenido en grasa. Ciencia y Tecnología Alimentaria, vol 3, N°5, pp. 288–294. Diciembre. Sociedad Mexicana de nutrición y tecnología de alimentos, Reynosa, México.

Lorés, A., Armengod, J., Alcusón, G. (2008) Curso Alimentación y Cultura. Revista Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CTAmagazine) Vol. II Universidad de Zaragoza. España

Marroquín, C. (2011). Elaboración de salchicha tipo Frankfurter utilizando carne de pato (Pekín) y pollo (Broiler) con almidón de papa (*Solanum tuberosum*). Tesis de grado en Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

Minep, Ministerio para la Economía Popular (2005). Instituto Nacional de Cooperación Educativa. Módulo de aprendizaje, Elaboración de Embutidos de Productos Pesqueros, Venezuela.

Müller, S. y Ardoíno, M. (2012). Elaboración, estandarización y control de calidad. Un manual práctico de experiencias. Proyecto Gestión de Calidad en Fábricas de Embutidos. Agencia Alemana de Cooperación GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) y la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Organización de los Estados Americanos Centro Impresor Piedra Santa.

Olivares, W. (2005). Teoría de Procesamiento de pasta de Pescado (SURIMI). Instituto Tecnológico Pesquero del Perú.

Ordoñez, J. y Patiño E. (2012). Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (*Carcharhinus falciformis*) y Almidón modificado. Tesis de grado. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de San Buenaventura Cali. Santiago de Cali, Colombia.

Paucar, L. (2015). Peces: Calidad, Variedad y Especies. Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.

Pérez-Arévalo, M., Morón-Fuentemayor, O., Gallardo, N., Vila, V., Arzalluz-Fischer, A. Puetrosevoli, S. (2009). Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. Revista Científica, vol. XIX, N°2, pp. 134-138. Universidad de Zulia. Venezuela.

Pérez, J. (2012). Efecto del número de lavado, temperatura de lavado y combinación de agentes crioprotectores en la composición química

proximal, firmeza y aceptabilidad general de hamburguesas de pulpa lavada de caballa (*Scomberjaponicus peruanus*). Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Minem, (2012). Petro – Tech Peruana S.A. Recursos Pesqueros y Pesquería. Chimbote, Perú.

Piñero M., Ferrer M., Moreno L., Leidenz N., Parra K. y Araujo, S. (2005). Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. Revista Científica de la Universidad de Zulia 15(3) pp. 279-285. Venezuela.

Piotrowicz, I. and Mellado, M. (2015). Chemincal, technological and nutritional quality of sausage processed with surimi. International Food Research Journal vol 22(5) pp. 2103-2110. Laboratory of technology, school of chemistry and food. Federal University of Rio Grande. Brazil.

Ramírez, E., Ramón, L., Shain, A., Huante, Y., Martínez, C., Delgado F., Juárez, J., Bravo, H., Rodríguez, J. y Preza, L. (2011). Hamburguesa de *Euthynnus lineatus*: Correlación de los análisis químicos, instrumentales y la percepción sensorial de consumidores. Artículos y Notas. Ciencia y Mar Vol. XV (43) pp. 3-12. México.

Rengifo, L. y Ordóñez, E. (2010). Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco. Revista ECI Perú. Vol. 7(2) pp.77-85.

Rojas, E. (2011). El Pescado congelado. Alta tecnología en producción de productos de la pesca: surimi. Laboratorio de salud Pública Madrid. Madrid, España.

Recuperado de:

http://www.madridsalud.es/temas/Pescado_Congelado_Surimi.pdf

Solari, F. (2006). Variaciones en la composición proteica del músculo de *Clossoma marcropomun* (Cuvier, 1818) (*Characiformes: Characidae*), provenientes de criaderos durante su almacenamiento en frío. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Steffens, C., Silva L., Emanuelli, T. y Daniel A. (2006). Oat bran as a fat substitute in beef burgers. Universidad Federal de Santa María. Rio Grande do Sul, Brasil.

Recuperado de:

http://www.upao.edu.pe/publicaciones/PUEBLO_CONTINENTE/pueblo_continente2013_24_.pdf

Valeiras, J. y Abad, E. (2006). Manual de ICCAT – Comisión internacional para la conservación del atún atlántico. Edición 1ª Capítulo: Bonito Atlántico.

Velázquez, C. (2002). Tecnología de pastas y embutidos a base de pescado. Madrid, España.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Escala de Wittfogel

Escala de Puntuación Wittfogel		
Superficie y consistencia	Lisa, brillante, color luminoso, mucilago claro y transparente, consistencia firme y elástica bajo presión de los dedos.	4
Ojos	Globo ocular hinchado y abombado, cornea clara y brillante, pupila negro oscuro.	4
Branquias	Color rojo sanguíneo; mucilago claro, transparente y filamentosos.	4
Cavidad Abdominal y órganos	Superficie de corte de los lóbulos ventrales con color natural, sin decoloración, lisas y brillantes; peritoneo liso y brillante y muy firme; riñones, restos orgánicos (excepto parte del estómago e intestino) así como sangre aortica rojo profundo.	4
Olor	Ya no como el agua de mar; pero fresco y específico	3
Puntuación		19

Anexo 2. Valores de CRA en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

Numero de Lavados	Surimi de bonito (%)	CRA (%)
		0.46
	Control	0.49
		0.05
	Promedio	0.33
		0.22
4	10	0.51
		0.55
	Promedio	0.42
		0.32
6	10	0.70
		0.77
	Promedio	0.60
		0.30
4	20	0.81
		0.36
	Promedio	0.49
		0.68
6	20	0.49
		0.68
	Promedio	0.61
		0.09
4	30	0.90
		0.55
	Promedio	0.51
		0.35
6	30	0.78
		0.74
	Promedio	0.62

Anexo 3. Parámetros de color L*, a* y b* en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	L*	a*	b*
Control		64.90	1.81	14.71
		65.74	1.03	15.67
		65.26	0.80	15.80
Promedio		65.30	1.22	15.39
4	10	68.12	1.83	13.20
		67.79	2.22	13.34
		66.33	2.25	14.17
Promedio		67.41	2.10	13.57
6	10	63.17	2.65	13.69
		63.28	2.35	13.81
		62.74	2.41	14.26
Promedio		63.06	2.47	13.92
4	20	65.63	2.79	13.54
		66.42	2.52	13.83
		65.33	2.99	14.09
Promedio		65.79	2.77	13.82
6	20	59.70	4.64	13.78
		60.26	4.41	13.67
		60.86	4.70	12.94
Promedio		60.27	4.58	13.46
4	30	62.16	4.17	13.97
		62.38	4.57	13.73
		62.04	3.90	14.24
Promedio		62.19	4.21	13.98
6	30	59.78	4.46	13.72
		60.17	4.13	13.97
		59.72	3.89	14.22
Promedio		59.89	4.16	13.97

Anexo 4. Valores de firmeza en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito

Número de Lavados	Surimi de bonito (%)	Firmeza (N)
		0.64
	Control	0.59
		0.66
	Promedio	0.63
4	10	0.95
		0.99
		1.11
	Promedio	1.02
6	10	0.81
		0.91
		0.85
	Promedio	0.86
4	20	0.97
		0.95
		0.97
	Promedio	0.97
6	20	0.85
		1.11
		1.43
	Promedio	1.13
4	30	1.05
		1.09
		1.02
	Promedio	1.05
6	30	1.38
		1.70
		1.44
	Promedio	1.51

**Anexo 5. Valores de aceptabilidad general en salchicha tipo
Frankfurter con surimi de bonito.**

Número de lavados	Control	4			6		
		10	20	30	10	20	30
Surimi de bonito (%)							
Panelistas							
1	8	9	7	6	8	9	8
2	8	8	7	4	8	7	6
3	9	6	8	7	8	8	7
4	7	8	5	7	7	9	6
5	7	7	8	7	7	5	3
6	9	7	8	4	4	7	8
7	7	7	8	6	6	7	6
8	8	9	7	6	6	7	6
9	7	8	7	7	6	7	7
10	8	8	8	6	7	5	6
11	7	3	7	4	8	7	7
12	7	8	6	6	6	4	6
13	6	8	6	6	5	8	4
14	7	8	7	6	6	7	5
15	7	9	7	6	6	7	8
16	6	6	8	1	7	7	7
17	9	9	7	1	8	8	8
18	9	8	8	6	8	8	8
19	7	7	5	4	7	9	8
20	8	8	7	7	8	7	7
21	6	9	7	6	6	5	3
22	7	3	7	6	8	7	4
23	9	8	8	6	8	7	7
24	9	7	7	7	7	4	7
25	6	6	7	4	6	7	5
26	9	9	6	6	9	8	6
27	8	8	8	6	4	8	8
28	7	8	8	6	6	7	8
29	6	8	7	1	5	8	7
30	7	3	7	7	6	7	7

31	7	9	8	6	7	5	8
32	8	7	8	4	7	9	8
33	9	8	8	4	6	7	6
34	9	8	7	6	8	4	6
35	8	9	7	7	8	7	7
36	7	6	6	7	6	8	8
37	9	8	8	6	8	7	6
38	7	6	5	6	8	9	6
39	7	7	6	6	7	8	6
40	9	9	8	7	6	7	8
41	9	8	7	4	8	7	7
42	8	8	7	6	9	7	6
43	9	8	7	7	8	5	6
44	9	7	8	6	7	9	8
45	7	6	8	6	7	5	8
Media	7.7	7.4	7.1	5.6	6.9	7.0	6.6
Moda	7	8	7	6	8	7	8

Anexo 6. Vistas fotográficas de la elaboración de la salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.



Figura A. Lavado de la pulpa de pescado



Figura B. Surimi de bonito a 4 y 6 lavados



Figura C. Picado de la carne de pollo

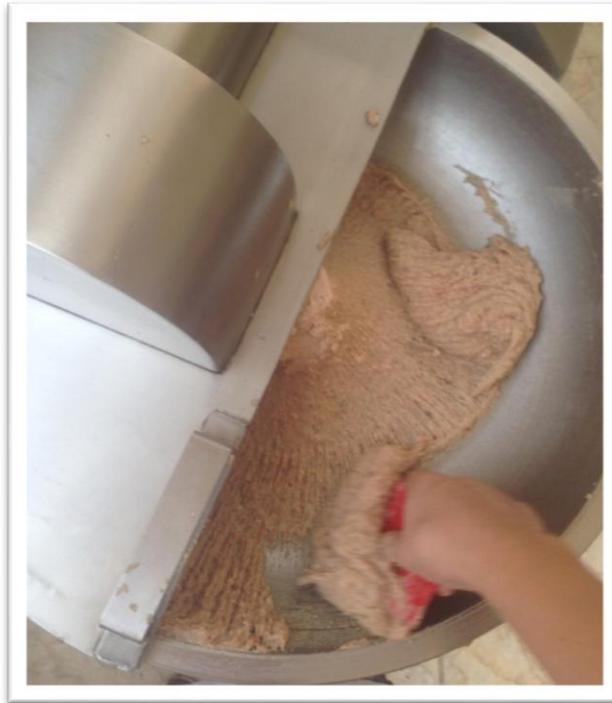


Figura D. Formación de la masa en la cutter



Figura E. Escaldado de la salchicha



Figura F. Salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.



Figura G. Análisis de textura en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.

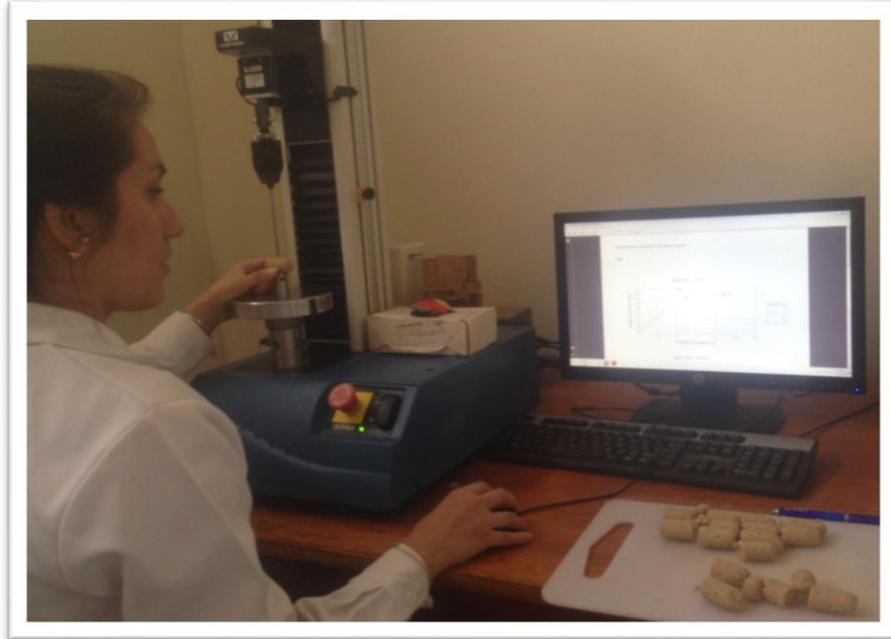


Figura H. Análisis de textura en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.



Figura I. Análisis de color en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.



Figura J. Aceptabilidad general en salchicha tipo Frankfurter con surimi de bonito.