

1.1.- ANTECEDENTES

El más importante de los beneficios directos es la alimentación. Hay evidencia que indica, que el hecho de comenzar a comer pescado y mariscos, hace dos millones de años, significó una etapa clave para la nutrición, permitiendo la evolución del cerebro humano desde nuestros primeros antepasados hasta la actualidad (Broadhurst 1998).

Actualmente, a nivel mundial, los peces representan aproximadamente el 20 por ciento de la proteína animal consumida por el hombre, y la actividad pesquera brinda trabajo a más de 200 millones de personas en todo el mundo (Broadhurst 1998).

En Uruguay, si bien el consumo de carne de pescado no es el de mayor importancia, la pesca es un importante recurso económico, pescándose en torno a 115 mil toneladas por año, actividad que se desarrolla principalmente en el Río de la Plata y Océano Atlántico, pero también en nuestros ríos y lagunas más importantes. La mayor parte de la producción pesquera nacional se destina a la exportación siendo el principal rubro el pescado congelado, en forma de filete eviscerado o en bloque. Brasil, Estados Unidos, países de la Unión Europea, China, Nigeria y Japón son algunos de los compradores más importantes de los productos de la pesca Uruguaya. Siendo especies de agua dulce, el Sábalo, el Bagre, la Boga y el Dorado son las de mayor importancia comercial es la exportación que se orienta hacia el mercado colombiano, donde valoran sus características sensoriales más apropiadas, ya que este mercado ha demostrado tener una tendencia creciente en la importación de Sábalo de Uruguay, teniendo una gran aceptación a nivel popular (Teixeira, 2011).

El sábalo es una de las especies de peces de mayor consumo en Bolivia, tiene un mercado nacional importante por el agradable sabor de su carne, además es un alimento básico y fuente de ingresos para quienes lo comercializan (DBGAT, 2016).

La producción de pescado sábalo en el Departamento de Tarija es muy amplia; ya que se comercializa en diferentes mercados de la ciudad tenemos en el año 2016 70.250 pescados registrados (DBGAT, 2016).

Las hamburguesas son alimentos muy apreciados por el consumidor, cuya característica primordial es la jugosidad y el valor nutricional. Actualmente el consumo mundial de hamburguesas es bastante grande, y se puede decir que abre una página social dentro del mundo gastronómico, por ejemplo algunas de las cadenas de comida rápida como McDonald's ha llegado a vender cerca de 12 hamburguesas por habitante en todo el mundo, y en algunos países como EEUU cada estadounidense consume un promedio de 3 hamburguesas a la semana (Sisa, 2005).

Por otro lado las costumbres alimenticias han cambiado considerablemente en los últimos 30 años, la tercera parte de las comidas se consumen fuera del hogar ya sea por la falta de disponibilidad de tiempo para preparar los alimentos, los estudiantes que tienen largas jornadas de estudio y las personas que tienen que laborar largos turnos hace que opten por recurrir a kioscos donde se expenden comidas rápidas como: hamburguesas, pizzas, hog dogs entre otros alimentos (Sisa, 2005).

En el presente trabajo de investigación se pretende elaborar hamburguesas con la utilización de la carne de pescado sábalo con características físicas y sensoriales para obtener un alimento inocuo y saludable.

Esta alternativa de aprovechamiento de los recursos pesqueros en nuestra región es una muy buena opción ya que en ocasiones no son valorados comercialmente los sub productos de pescados al no aplicarse un proceso tecnológico que le suministre dicho valor y que faciliten la elaboración de productos cárnicos con esta materia prima que tiene contenidos de proteínas de alto valor biológico y nutrientes esenciales para la alimentación humana, la innovación de productos cárnicos obtenidos a partir de carne de pescado, permitirá implementar productos atractivos e innovadores en nuestra región para contar con una dieta balanceada e inclusive para la población un producto de fácil preparación y que en nuestra ciudad se tiene la tendencia a consumir muchas hamburguesa en los diferentes puestos de comida rápida y que mejor reemplazar con una hamburguesa con más propiedades nutritivas.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

- Debido a que la comercialización del pescado sábalo en el mercado (Abasto) es muy elevada hace que se vea otra alternativa de consumo del pescado como materia prima para transformar en otro sub derivado (elaboración de hamburguesa de carne de pescado sábalo), se constituye en una alternativa para aprovechar en un producto de calidad nutricional y así darle un valor agregado.
- El presente trabajo tiene como finalidad elaborar hamburguesa de pescado que pueda contribuir en la dieta alimentaria de los niños y adultos mayores ya que estos son propensos a comerse las espinas del pescado, y debemos mencionar que el pescado es una carne que aporta muchos macronutrientes y micronutrientes que el cuerpo del ser humano requiere.
- Se pretende con este trabajo de investigación de elaboración de hamburguesa a partir de la carne de pescado sábalo, que sea un producto novedoso para ofrecer a la población, con características nutricionales que se preste para mejorar la dieta alimentaria, como así también conocer la importancia que tiene consumir carne de origen acuario para nuestra salud.
- El proyecto también tiene como propósito de ofertar un producto innovador en el mercado local; permitiendo al consumidor contar con un producto de calidad para la dieta alimentaria, de fácil consumo.
- De esta manera surgió la necesidad de la transformación de la carne de pescado sábalo en productos como la hamburguesa de pescado que tiene como fin diversificar la dieta, aumentar y posibilitar el consumo de un alimento más saludable.

1.3.- OBJETIVOS

Los objetivos para el presente trabajo son los siguientes:

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL:

Obtener hamburguesa utilizando carne de pescado, variedad sábalo aplicando el proceso de transformación de carnes; con el propósito de ofrecer un producto de alto valor nutricional y de fácil consumo.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar las características fisicoquímicas de la materia prima, con la finalidad de conocer su composición.
- Determinar análisis microbiológicos de la materia prima.
- Desarrollar el diseño experimental.
- Obtener la dosificación adecuada para el procesado de la hamburguesa de carne de pescado.
- Realizar un análisis fisicoquímico, microbiológico del producto terminado, con la finalidad de establecer su calidad nutricional.
- Identificar las propiedades organolépticas del producto final.
- Determinar los balances de materia y energía en el proceso de elaboración de la hamburguesa de carne de pescado a nivel experimental.
- Determinación de la vida útil de la hamburguesa de pescado (sábalo).

1.4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se puede observar que nuestro Departamento se consume mucho pescado sábalo, esto induce que nazca una idea de transformación en otros sub productos (hamburguesa de pescado sábalo) derivados del pescado porque un porcentaje de la población no tiene conocimiento de sus propiedades nutricionales que presenta la carne al ser procesada, pudiendo generar beneficios económicos y de esta manera mejorar su valor agregado.

De igual manera, en el mercado local actualmente no existe un producto derivado de pescado sábalo de Villa Montes de uso alimenticio; que permita aprovechar sus nutrientes en beneficio de la dieta alimentaria; como ser la hamburguesa de carne de

pescado que podría coadyuvar en la complementación de nutrientes especialmente de las personas más vulnerables, ya que este producto favorecerá por su fácil consumo.

1.5.-FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá elaborar hamburguesa de carne de pescado, variedad sábalo; con el propósito de obtener un producto con cualidades nutricionales para complementar la dieta de la población?

1.6.- FORMULACION DE LA HIPÓTESIS

Con la aplicación del proceso de transformación de carnes se podrá elaborar hamburguesas de pescado (sábalo), para obtener un producto con cualidades nutricionales que complementan en la dieta del ser humano.

2.1.- GENERALIDADES DEL SABALO

El sábalo es un pez robusto y de cuerpo fusiforme cubierto por escamas. El dorso es azulado y los lados plateados, la boca son pequeña y de labios carnosos, carece de dientes en sus maxilares, pero los tiene muy diminutos en sus labios, por lo que su acción para comer, se reduce a chupar continuamente el limo donde encuentra elementos sustanciales para su desarrollo ya que su boca es circular y protráctil. Los limos deben ser ricos en nutrientes, para que alcance buen tamaño y su carne sea abundante, grasosa y sabrosa, siendo esta razón por la que se lo persigue y se lo pesca con grandes redes de arrastre y en enormes cantidades (miles de toneladas).

El sábalo es una especie que se localiza en ambientes lenticos y con vegetación sumergida y representa un eslabón clave en la cadena alimentaria de los peces de agua dulce, dado que reciclan la materia orgánica que incorporada al fango se torna inaccesible para otras especies. Además que sus larvas y juveniles de éste pez sirve como alimento del Dorado, el surubí, pati o boga y otros peces carnívoros del sistema acuático, lo que pone en peligro de desaparición a éstas especies de la cuenca del Pilcomayo, dada la disminución de cardumen del sábalo, pues dichos peces están en peligro de desaparecer de aguas bolivianas. Si no se hace un repoblamiento del mismo (Lafuente, 2005).

Figura N° 2.1
Pescado (sábalo)



Fuente: Lafuente, 2005.

2.1.1.- EL SABALO Y SU HÁBITAT

Clase: Osteichthyes

Orden: Characiformes

Familia: Curimatidae

Sabfamilia: Prochilodontinae

Género y especie: *Prochilodus lineatus*

Nombre vulgar: Sábalo

Al *Prochilodus lineatus* se le conoce de forma muy amplia a lo largo de toda la subcuenca del Pilcomayo, como "sábalo", pero también tiene algunos otros nombres o denominaciones comunes que se le da en algunas comunidades, como ser: curimbatá, sábalo jetón y chupa barro entre otros.

El ritmo de crecimiento lineal del sábalo presenta una dependencia directa y positiva entre el tamaño o longitud y su edad. Si las condiciones del hábitat son propicias en alimento, el sábalo tiene un crecimiento intensivo en los primeros 1, 5 años a 2 años de edad, hasta alcanzar una longitud media de 30 cm. En los años posteriores el pez crece de forma significativamente más lenta, lo que está relacionado con el inicio de la madurez sexual y el cambio del tipo de metabolismo. Se sabe que el sábalo puede alcanzar un tamaño de 52 cm y puede alcanzar un peso de 5 kg, si indudablemente las condiciones del hábitat lo permiten (Lafuente, 2005).

Todos los grupos de sábalo de Villa Montes, del Pilaya, Puesto Margarita, y los de Crevaux tienen un ritmo de crecimiento lineal igual, tanto por longitud observada como calculado. Los grupos de sábalo que se destacan de los demás por su ritmo de crecimiento son el grupo de Crevaux y el de Las Lomitas, quienes son los primeros en migrar hacia el desove, por lo que aparentemente tendrían mayor disponibilidad de alimento y mayor engorde, ya que el resto en esa época (febrero) recién están empezando a migrar, según las lluvias y caudal de la cuenca (Lafuente, 2005).

2.1.2.- COMPORTAMIENTO DEL SABALO EN EL RIO PILCOMAYO

El sábalo es un pez migrador y para obtener suficiente alimento necesita comer mucho sedimento, y es en la zona pantanosa de los ríos o los bañados donde este pez engorda, acumulando suficiente grasa (reservas) para hacer su viaje por el Pilcomayo.

Este viaje por el Pilcomayo, desde los esteros y bañados argentinos y paraguayos, el sábalo sube para desovar, principalmente en verano, algunos lo hacen desde el mes de febrero (grupo Crevaux y Las Lomitas) y el resto de los grupos en los meses de abril-mayo, ya que en éstos meses es cuando el Pilcomayo crece y baña los esteros, inundando los diversos humedales y abriendo un camino natural para su ascenso. También se conoce que muy pocos peces pero de gran tamaño suben en julio (Lafuente, 2005).

En cambio el de Villa Montes no tiene dichas ventajas y se cree que sube hasta el Pilaya por el mayor desarrollo del segmento caudal de la columna vertebral. Lo que se supone, es que el pez de Villa Montes si bien nace en los sectores del Pilaya, pero que al decrecer el caudal del río, los alevines buscan sustento aguas abajo de la cuenca hasta inmediaciones de Crevaux. En cambio el sábalo de Crevaux se desarrolla en aguas Argentino-Paraguayas, de tal forma que ambas razas no se mezclan.

Podemos deducir, que en aguas bolivianas y durante todo el año, la raza de Villa Montes es la que se lo pesca y da sustento a todas las poblaciones asentadas en sus márgenes, alimentándose éste pez principalmente de las algas que se forman en las piedras. En cambio la raza de Crevaux, sólo es pescada en el momento del levantamiento de la veda y cuyo alimento principal son detritos de, origen vegetal (Lafuente, 2005).

2.1.3.- PESCA DEL SABALO

En territorios Argentinos y Paraguayos, la pesca se da en los diferentes bañados, esteros, lagunas, ríos y riachuelos existentes, siendo una pesca de subsistencia y comercial, según quién, que lugar y época. Ya que a lo largo de la cuenca se encuentran asentadas varias etnias que practican principalmente la pesca de subsistencia, y como

existen un sin número de diques o atajados, muy fácilmente los pobladores de las comunidades o ciudades, acceden a la pesca durante todo el año, sea comercial y deportiva (Lafuente, 2005).

En parte boliviana las tres zonas de pesca más importantes, son la de Crevaux, Villa Montes y la de Puesto Margarita, que como se mencionó, la pesca comercial se inicia con la suspensión de la veda, realizándose principalmente con mallas de arrastre de diferente tipo y tamaño, y con aberturas o luz de malla según el estándar permitido por autoridades locales. Este control se lo realiza con la intención de atrapar a los sábalo que ya iniciaron su actividad sexual o madura, aunque lamentablemente dichos controles no son suficiente, ya que la actividad pesquera se la realiza a lo largo de cientos de kilómetros por el Pilcomayo, lo que hace que el control no sea del todo efectivo.

Es indudable que el sábalo es el pez más importante del sistema ecológico de la cuenca del Pilcomayo, ya que al ser su carne sabrosa se lo pesca de forma indiscriminada, y que en éstos últimos 20 años debido a la disminución de su hábitat y con ello a una menor disponibilidad de alimento, *entre* otros factores, este pez disminuyó en cantidad, peso y tamaño, lo que puede constatarse hoy en día muy fácilmente (Lafuente, 2005).

Según información de la Dirección Departamental de Recursos Naturales y Medio Ambiente, se permite pescar al sábalo desde un tamaño igual o mayor a 35 cm considerados desde la cabeza hasta la horquilla de la cola, es decir sin considerar el tamaño de la aleta caudal. También que dichos sábalo tienen un peso promedio de 1,5 kg con capturas muy poco frecuentes de sábalo de 40 cm o más. Tamaño permitido (Lafuente, 2005).

2.2.-EL PESCADO COMO COMPONENTE DE LA DIETA HUMANA

El pescado proporciona proteínas de excelente calidad y elevado valor biológico, es rico en ácidos grasos Omega-3 de cadena larga, provee una amplia variedad de minerales (calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio, hierro, zinc, yodo, etc.) vitaminas

(A, D, E, K y el grupo B) y es una excelente fuente de otros micro nutrientes (Avdalov, 2014).

Además los Omega-3 proporcionan protección cardiovascular, elevan el nivel del colesterol bueno (HDL), regulan el nivel de lípidos en la sangre, reducen la presión arterial, mejoran el estado mental, disminuyen el riesgo de depresión y de la enfermedad de Alzheimer. Además reduce las placas reumáticas y brindan, según muchos autores protección contra algunos tumores malignos (Avdalov, 2014).

Los ácidos grasos Omega-3 de origen marino, son en particular esenciales en la nutrición infantil, siendo fundamentales en el adecuado desarrollo del cerebro y del resto del sistema nervioso del niño considerándose también necesario para el desarrollo de la retina (Avdalov, 2014).

Al analizar las ventajas y desventajas de su consumo, debe tenerse en cuenta que la carne de pescado de río es un alimento recomendable por su valor nutritivo, pero que su rendimiento económico - comercial es bajo, puesto que se desperdicia más del 50 % de lo que se adquiere (Espíndola, 2008).

2.3.- DEFINICION DE HAMBURGUESA

Una hamburguesa es un alimento procesado en forma de sándwich o bocadillo de carne picada aglutinada en forma de filete, cocinado a la parrilla o a la plancha, aunque también puede freírse u hornearse. Se presenta en un pan ligero partido en dos que posee una forma semiesférica. Suele estar acompañada de aros de cebolla, hojas de lechuga, alguna rodaja de tomate, láminas de encurtidos, etc. Se suele aliñar con algún condimento como puede ser: ketchup, mostaza, mayonesa, etc.

La hamburguesa es en la actualidad un alimento tan popular que aparece con sus diversas variantes en casi todas las culturas de la tierra, al igual que otros alimentos como pueden ser la pizza y los hot dog. La palabra proviene de la ciudad de Hamburgo, en Alemania, el puerto más grande de Europa en aquella época (Lazaro, 2015).

Posteriormente fueron los inmigrantes alemanes de finales del siglo XIX quienes introdujeron en los Estados Unidos el plato llamado «filete estadounidense al estilo

Hamburgo». En 1895, un chef llamado Louis Lassen de Connecticut, Estados Unidos elabora la primera hamburguesa en norteamérica; la receta se la dieron unos marineros provenientes del puerto de Hamburgo (Lazaro, 2015).

2.3.1.- LA HAMBURGUESA DE PESCADO

Es un producto a base de pulpa de pescado, libre de piel, espinas y escamas, mezclado con diversos ingredientes, pre cocido y congelado con la finalidad de que su textura, forma y otras características se asemejen a la hamburguesa que se elabora a partir de carne de res. Este producto usa como materia prima fundamentalmente la pulpa de pescado que es obtenida mecánicamente. Las pulpas obtenidas pueden ser usadas inmediatamente o conservadas con estabilizadores a baja temperatura, teniendo como una cualidad apreciada su capacidad de formar geles al ser mezcladas con sal y posteriormente cocidas (Guerrero, 2015).

Si bien es cierto que durante años sólo han sido de ternera, cerdo o pollo, ahora existe en el mercado una nueva modalidad, la hamburguesa de pescado. Las empresas alimentarias dedicadas a la elaboración de productos pesqueros con la disposición de las cofradías de pescadores desarrollaron hace unos años la idea de fabricar hamburguesas con el pescado que recogían. La intención era la de lanzar al mercado un producto de buena calidad y de sencilla elaboración con las características originales del pescado (Lazaro, 2015).

Así surge la hamburguesa de pescado, un producto elaborado, que tiene como principal ingrediente el pescado. Son varias las casas comerciales que elaboran estas hamburguesas y, hasta el momento, en el mercado nacional las hay tanto de caballa (*Scomber japonicus*), anchoveta (*Engraulis ringens*), Jurel (*Trachurus picturatus murphyi*), Pota (*Dosidicus gigas*); como de atún (*Thunnus thynnus_j*). El proceso de elaboración consiste en trocear la carne de los pescados, pasteurizarla y compactarla para transformarla en el producto final, la hamburguesa (Lazaro, 2015).

En los tiempos en que vivimos muchos consumidores buscan, en el mercado, alimentos de alta calidad nutritiva y sencilla de preparar. Las hamburguesas de pescado son un

claro ejemplo. El público infantil es el principal colectivo al que se dirigen, debido al rechazo que muestran hacia los productos marinos. Son muchas las razones que aseguran la aceptación de este producto por parte de los más pequeños: no tiene espinas, apenas sabe a pescado (se ha intentado reducir al máximo el fuerte sabor del pescado azul para mejorar su aceptación), es jugoso y permite comerlo entre pan y pan como si de una hamburguesa de carne se tratara (Lazaro, 2015).

Es un alimento que permite comer pescado a todas aquellas personas que no toleran su fuerte sabor o las espinas (Lazaro, 2015).

La hamburguesa de pescado es también una alternativa para toda la familia. Es muy adecuada para aquellas personas que comen poco pescado bien sea porque no les gusta su sabor, porque no soportan las espinas o porque no les gusta limpiarlo. Así, este producto nos brinda la posibilidad de comer pescado de una forma agradable y diferente a la habitual (Lazaro, 2015).

2.4.- DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS

La descripción de la materia prima y los insumos.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE PESCADO

El pescado es un alimento de gran importancia para la humanidad por su contenido proteico y por la potencialidad de los recursos del mar. Los pescados en general presentan un contenido calórico bajo, son buenas fuentes de proteínas de alto valor biológico, aportan vitaminas tanto hidrosolubles como liposolubles, así como algunos minerales (Avellán, 2017).

Por lo general si se habla de carne de pescado se puede obtener de dos tipos de pescado los azules y los blancos. Entre los pescados azules tenemos al atún que es uno de los más importantes en la industria acuícola que se los denomina así por tener más del 5 % de grasa y los blancos como la merluza y el lenguado que contienen un 2% de grasa, y haciendo un grupo intermedio que se le llama pescado semi graso que va del 2-5% de grasa.

Ya que el pescado es una fuente de proteína animal, también existen diversas proteínas no cárnicas utilizadas para el enriquecimiento nutricional de diversos productos existentes en el mercado (Avellán, 2017).

2.4.1.1 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CARNE DE PESCADO

La carne de pescado varía en su composición química con relación a las diferentes especies, en dicho aspecto, encontramos especies con mayor y menor tenor de grasa en la carne, así también, los individuos de la misma especie presentan variaciones conforme a la edad, sexo, medio ambiente en donde viven y durante las estaciones del año. Estas variaciones están estrechamente relacionadas con la alimentación, actividad de nado y cambios sexuales relacionados con el desove. Los peces tienen períodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (desove) o bien por factores externos como la escasez de alimento. En el caso de la tilapia, que incuba los huevos en la boca, no come durante este período, recurriendo para su mantenimiento a la energía almacenada en forma de lípidos y en casos extremos a sus proteínas (Alcorta, 2014).

Para el procesamiento del pescado el piscicultor debe de considerar estos factores para obtener un buen rendimiento de la carne, en especial si el destino es el fileteado, en dicho aspecto, el pescado seleccionado para la faena debe estar bien alimentado, robusto para que el contenido de proteína del músculo sea bueno y con impregnación de lípido que le dará el sabor y terneza necesaria para que sea sabrosa y exquisita en el momento del consumo. El pescado es uno de los productos con mayor tenor de fuente de sustancias nutritivas para el alimento humano, es por dicho motivo de vital importancia conocer sus distintos constituyentes (Alcorta, 2014).

Tabla 2.1
Principales constituyentes químicos (porcentaje en base húmeda) del músculo del pescado

Constituyentes	Proporción (intervalo) %
Agua	70 a 80
Proteína	15 a 22
Grasa	1 a 22
Carbohidratos	0,5
Sales minerales, fosforo, sodio, calcio y yodo	0,1 a 1
Vitaminas	A, B, D y E

Fuente: (Alcorta, 2014).

2.4.2.- AGUA

En la estructura muscular de los peces, el agua es el componente más variable, pero está íntima e inversamente relacionado con el contenido de grasa y, en menor medida con el contenido de cenizas y proteínas. Sin embargo, la variación en el porcentaje de grasas se refleja en el porcentaje de agua, dado que la grasa y el agua normalmente constituyen el 80 % del filete. Esta proporcionalidad se puede emplear para "estimar" el contenido de grasa, a partir de la determinación del contenido de agua en el filete. De hecho, este principio ha sido utilizado con mucho éxito en un instrumento analizador de grasas denominado Medidor Torry de Grasas en Pescado, el cual en realidad mide el contenido de agua (Espíndola, 2008).

2.4.3.- PROTEÍNAS

Desde el punto de vista de la nutrición, los componentes nitrogenados de las carnes son probablemente los más importantes. Se los divide en Nitrógeno Proteico y Nitrógeno No Proteico (NNP), constituido por aminoácidos y amidas. Las principales amidas son urea, ácido hipúrico, creatina, guanidina y glutatión. Las proteínas tienen en común con los glúcidos y las grasas, su contenido en carbono, hidrógeno y oxígeno; pero también contienen una cantidad relativamente constante de nitrógeno, normalmente en un rango

entre 15,5 y 18 %. Las proteínas de la carne contienen también azufre y unas pocas tienen fósforo y hierro. El contenido de N de las proteínas de la carne es aproximadamente 16 %, por lo que el factor usado para convertir el dato de Nitrógeno en proteínas es 6,25. Considerando al pescado como parte de la alimentación humana, las proteínas son fundamentales para la formación y recambio de los tejidos, por lo cual interesa no solamente la cantidad ingerida sino también su calidad, es decir, su proporción relativa de aminoácidos esenciales. Las proteínas del músculo del pez pueden dividirse en tres grupos (Espíndola, 2008).

Tabla 2.2
Variaciones en el contenido de macro y micronutrientes de pescado de río sometidos a cuatro formas de cocción del sábalo

Formas de cocción	Humedad (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Grasas (g/100g)	Cenizas (g/100g)
Crudo	76,03	17,93	5,10	1,22
Hervido	73,03	20,49	5,34	1,20
Frito	65,50	24,98	7,36	2,59
A la parrilla	69,50	23,38	4,04	2,61
Al horno	65,17	25,09	5,80	3,15

Fuente: Espíndola, 2008.

2.4.3.1.- PROTEÍNAS ESTRUCTURALES

(Actina, miosina, tropomiosina y troponina), A diferencia de la carne de los mamíferos, donde estas proteínas constituyen sólo el 40 % del contenido total de proteínas, en los peces alcanzan entre el 70-80 % del contenido total de proteínas. Juegan un rol importante en la contracción muscular y la locomoción del animal vivo. Después de la muerte estas proteínas son responsables del rigor mortis (Espíndola, 2008).

2.4.3.2.- PROTEÍNAS SARCOPLASMÁTICAS

(Mioalbúmina, globulina y enzimas). Estas constituyen el 25-30 por ciento del total de proteínas. Esta fracción está en el sarcoplasma, es decir el fluido que rodea y que baña las miofibrillas. Esta fracción, extraíble por agua o soluciones salinas de baja fuerza iónica, contiene enzimas oxidativas, incluyendo los citocromos, los flavinnucleótidos, y las enzimas oxidativas mitocondriales. También contiene las enzimas glicolíticas, que controlan la glicolisis aerobia (oxidación a piruvato) y anaerobia, (conversión en ácido láctico) (Espíndola, 2008).

2.4.3.3.- PROTEÍNAS DEL TEJIDO CONECTIVO

(Colágeno y elastina), que constituyen aproximadamente el 3 % del total de las proteínas en teleósteos y cerca del 10 % en elasmobranquios, mientras que en los mamíferos su promedio es del 17 %. El tejido conectivo actúa como marco soporte para el cuerpo vivo y sirve en numerosas y variables funciones (Espíndola, 2008).

Las proteínas estructurales conforman el aparato contráctil, responsable de los movimientos musculares del pez. Su composición en aminoácidos es aproximadamente la misma que en las correspondientes proteínas del músculo de mamíferos, a pesar de que las propiedades físicas pueden ser ligeramente diferentes, ya que la estructura conformacional de las proteínas de los peces es fácilmente modificada mediante cambios en el ambiente físico (Espíndola, 2008).

Así, los tratamientos con altas concentraciones salinas o el calor pueden ocasionar la desnaturalización, causando cambios irreversibles en la estructura nativa de la proteína.

Las proteínas forman un gel muy resistente cuando se añade sal y estabilizadores a una preparación de proteínas musculares (carne finamente picada), que posteriormente se somete a un proceso de calentamiento y enfriamiento controlado. Además presentan muy buena digestibilidad, las proteínas del pescado contienen todos los aminoácidos esenciales y, al igual que las proteínas de la leche, los huevos y la carne de mamíferos, tienen un valor biológico muy alto (Espíndola, 2008).

En general, la carne del pescado contiene menos colágeno que la carne de los animales terrestres y éste está menos polimerizado (incluso en los peces viejos) gelatinizándose al cocinar alrededor de los 40° C, lo cual contribuye decisivamente en su digestibilidad y blanda textura (Espíndola, 2008).

2.4.4.- GRASAS

Son los nutrientes que mayor aporte calórico proporcionan a quien los consume, ya que cada gramo de grasa provee 9 kcal, mientras que a las proteínas y los glúcidos sólo le corresponden 4 kcal/g = 16,72 kJ/g (1kcal \equiv 4,18 kJ) El contenido de grasa en carne de pescado es altamente variable, desde valores ínfimos a más del 20 % (Espíndola, 2008).

Los lípidos presentes en las especies de peces óseos pueden dividirse en dos grandes grupos: los fosfolípidos y las grasas neutras, que son mayoritariamente triglicéridos (TG), los que pueden ser simples o mixtos, dependiendo de que los tres ácidos grasos (AG) que esterifican al glicerol sean iguales o diferentes (Espíndola, 2008).

Los fosfolípidos constituyen la estructura integral de la unidad de membranas en la célula, por lo tanto, a menudo se los denomina lípidos estructurales. Los triglicéridos, en cambio, son lípidos empleados para el almacenamiento de energía en depósitos de grasas, generalmente dentro de células especiales rodeadas por una membrana fosfolípida y una red de colágeno relativamente débil (Espíndola, 2008) .

En los pescados, los fosfolípidos se encuentran en proporciones muy pequeñas. Juegan un rol clave como componentes estructurales y funcionales de células y membranas. En la mayoría de los casos, representan 0.5 a 1 % de la masa muscular magra. Como los fosfolípidos son más fácilmente oxidables que los TG, juegan un papel importante en la aparición de olores extraños e indeseables en los productos a base de pescado (Espíndola, 2008).

La mayor contribución de la grasa a la dieta es energía o calorías. Se sabe que igual cantidad de grasa proporciona 2,25 veces (9/4) más calorías que hidratos de carbono o proteínas. Sin embargo, la energía no es normalmente el factor limitante en la mayoría de las dietas, más bien, demasiadas calorías es el problema más común. Por otro lado,

limitar la cantidad de grasa en la ingesta es un método común de control de peso. Esto crea una demanda de productos de carne magra con bajo contenido de grasa, como jamón cocido, tocino estilo canadiense, pescados magros, etc.

La grasa provee los ácidos grasos esenciales (AGE), que deben estar presentes en la dieta para responder a las necesidades del organismo. Para el hombre son 3:

Linoleico, linolénico y araquidónico. Pero si el linoleico está presente en exceso respecto al necesitado éste puede convertirse en araquidónico y cubrir los requerimientos. Raramente se encuentran deficiencias nutricionales de AG en humanos, ya que las típicas dietas mixtas parecen cubrir las cantidades adecuadas. Las grasas del pescado están constituidas por ácidos grasos con una alta proporción de insaturados (monoinsaturados y poliinsaturados). Este tipo de ácidos grasos es muy vulnerable a la acción del oxígeno atmosférico, de ahí que este alimento sea fácilmente alterado por acción de factores externos, si no se toman los recaudos necesarios (Espíndola, 2008).

En los peces, la grasa se dispone en 2 fajas a ambos lados del cuerpo. Varía con la época del año y la condición del pez.

Los peces de agua dulce acumulan grasa como reserva para el invierno o para el gasto energético durante la oviposición. Los sitios de acumulación de grasa son el tejido conectivo o los mesenterios de los intestinos (Espíndola, 2008).

2.4.5.- VITAMINAS Y MINERALES

El pescado contiene los dos grupos de vitaminas, las liposolubles, en la grasa de su carne y en el aceite del hígado y las hidrosolubles, en la carne y órganos internos.

La inclusión de pescado de mar en la dieta habitual permitiría asegurar un aporte significativo de vitaminas hidrosolubles como la tiamina, riboflavina y niacina, pero en el pescado de río, solo cobra una relativa importancia la riboflavin (Espíndola, 2008).

Las vitaminas liposolubles (A y D) se encuentran en los músculo de los peces grasos, pero, en los magros, están básicamente en el hígado del pez, de ahí que el

aprovechamiento directo para la calcificación de huesos y el transporte de calcio en el organismo, sea limitado pues el pescado se consume eviscerado(Espíndola, 2008).

La cantidad de vitaminas y minerales es específica de la especie y, además, puede variar con la estación del año. En los pescados de río crudos, las cantidades de vitaminas son menores que en los marinos y, gran parte de ellas, se destruyen durante la cocción y/o procesamiento (Espíndola, 2008).

Respecto a los minerales, la parte comestible del pescado tiene una proporción del 1-2 %, como término medio. La carne de pescado se considera una fuente particularmente valiosa de calcio y fósforo. Los peces de mar tienen un alto contenido de yodo. El contenido de sodio en la carne de pescado es relativamente bajo, lo cual lo hace apropiado para regímenes alimenticios de tal naturaleza (Espíndola, 2008).

Las especies ictícolas son buenas fuentes de los minerales básicos que deben participar en la dieta normal, ya que además por ser alimentos de fácil digestibilidad, son de óptimo aprovechamiento. El fósforo se encuentra como fosfatados, fosfoproteínas, nucleótidos y fosfato de creatina. El calcio está en mayor proporción depositado en las partes óseas del pescado, aunque también el músculo puede presentar valores significativos. El azufre forma parte de los aminoácidos sulfurados: metionina, cistina y cisteína. En las células musculares se encuentran, en forma de sales solubles, potasio, cloro, y magnesio. El hierro que aporta este alimento se halla primordialmente en la hemoglobina, hígado y bazo del pez. Las cenizas reflejan el contenido en minerales pero no diferencian cada uno de ellos. El contenido de minerales es relativamente constante, si se descartan los huesos y las sales agregadas, por ejemplo, el cloruro de sodio para el pescado cocido.

Las cenizas contienen mayoritariamente calcio, fósforo, sodio, potasio y hierro (Espíndola, 2008).

2.5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CARNE DEL PESCADO

2.5.1.- TEXTURA

Las miofibrillas del músculo de pescado se disponen formando segmentos angulares (miotomas) separados por láminas de tejido conjuntivo. Las proteínas que forman estas

miofibrillas, actina y miosina principalmente, son más sensibles a la desnaturalización y a la proteólisis que las de la carne. Por otro lado, el tejido conjuntivo de los peces es más débil y menos rico en colágeno, esta menos polimerizado y gelatiniza a 40°C (Apuparo, 2012).

El principal factor que influye en la textura del músculo de pescado es el pH, de forma que cuanto más bajo sea el pH *postmortem*, la textura será más firme. El pH influye también en las modificaciones de la consistencia que tienen lugar tras la congelación y descongelación del pescado (Apuparo, 2012).

2.5.2.- CAMBIOS FÍSICOS

Con la cocción se producen cambios en el olor, color, sabor, volumen, peso y consistencia que hacen que cambien las propiedades sensoriales de los alimentos.

2.5.2.1.- COLOR

Varía según cada alimento y según el proceso culinario al que ha sido sometido.

2.5.2.2.- OLOR

El desarrollo del olor depende de una combinación de los alimentos, así como de la liberación de sustancias volátiles y del medio que se utiliza para la cocción (Apuparo, 2012).

2.5.2.3.- SABOR

Según las técnicas de cocción se refuerza o se atenúa el gusto de los alimentos y de las sustancias que se hayan utilizado en la cocción. Un aporte especial en el sabor viene dado por la degradación de los azúcares y de las proteínas así como de la grasa utilizada para la cocción (Apuparo, 2012).

2.5.2.4.- VOLUMEN Y PESO

Existen las siguientes modificaciones:

Pérdida de volumen por la pérdida de agua de la superficie externa de los alimentos, depende de la intensidad del calor y de la naturaleza propia de la superficie (Apuparo, 2012).

Pérdida de volumen por la pérdida de materias grasas. También depende del calor, del tiempo de cocción y del contenido graso de los alimentos (Apuparo, 2012).

Aumento de volumen por rehidratación a partir del líquido de cocción.

Consistencia: El calor produce cambios en la estructura de las proteínas, dando como resultado alimentos más tiernos, jugosos y más digeribles (Apuparo, 2012).

2.6.- CARACTERISTICAS DE LA CARNE DE CERDO

Carne de cerdo, es el corte comestible de los músculos de los animales homeotermos específicamente de cerdos tipo híbrido, y que comprende todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios y huesos propios de cada corte cuando están adheridos a la masa muscular correspondiente (Oyuki, 2011).

La carne de cerdo tiene una consistencia bastante blanda y es de fibra fina, con un color rosa pálido a rosa o bien gris claro (Carvajal, 2001).

2.6.1.- PROPIEDADES NUTRICIONALES DE LA CARNE DE CERDO

La carne de cerdo y su valor nutricional se encuentra hoy entre los animales más eficientemente productores de carne; sus características particulares, como gran precocidad y prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, lo hacen especialmente atractivo como fuente de alimentación. El valor nutritivo de la carne de cerdo la señala como uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades del hombre, y su consumo podría contribuir en gran medida a mejorar la calidad de vida humana desde el punto de vista de los rendimientos físicos e intelectuales. Desafortunadamente, durante muchos años la carne de cerdo ha sido considerada como un alimento "pesado", una carne "grasosa", con un contenido "muy alto de calorías", y aún un alimento "peligroso" por su posible asociación con enfermedades y parásitos. Estas creencias populares constituyen una imagen

equivocada que todavía se proyecta a un sector muy amplio de la población y tuvieron su origen en el tipo de animal y en la forma como se explotaba en el pasado las propiedades nutricionales de la carne de cerdo (Manrique, 2007).

Tabla 2.3
Composición y valor nutricional de la carne de cerdo

Componentes	Porcentaje %
Agua	75
Proteína Bruta	20
Lípidos	5-10
Carbohidratos	1
Minerales	1
Vitaminas B1, B6, B12, Riboflavinas	0,5

Fuente: (Manrique, 2007).

2.7.- CARACTERÍSTICAS DEL TOCINO

El tocino que se emplea es el dorsal, que es consistente, pero también se utiliza la panceta del cerdo pero no es muy recomendada. Una vez retirada el tocino del canal se tiene que refrigerar lo más antes posible, ya que la acción prolongada de elevadas temperaturas ocasiona alteraciones fermentativas en el tocino, favoreciendo al enranciamiento de los embutidos crudos (Manrique, 2007).

El tocino blando no debe destinarse a la preparación de embutidos crudos curados porque son ricos en ácidos grasos insaturados libres, los cuales son responsables precisamente de que tales tocinos tiendan a enranciarse más fácilmente. Además que al picarse el tocino se torna pringoso con lo cual dificulta la debida trabazón o la penetración de las sustancias curantes en la carne (Manrique, 2007).

El tocino suele cortarse previamente en tiras, para ser congelada a temperaturas comprendidas entre -6 y -12° C o incluso más bajas (Manrique, 2007).

El almacenamiento prolongado del tocino o en condiciones inadecuadas puede provocar defectos, ya que incluso durante la congelación profunda prosiguen los

fenómenos oxidativos y con ellos el enranciamiento del material graso. De aquí que solo deba utilizarse tocino fresco (Manrique, 2007).

La adición de grasa ejerce también gran influencia sobre trabazón de la pasta, ya que desarrolla acción sobre la fuerza iónica y a través de ella, sobre la solubilidad de las proteínas (Manrique, 2007)

2.8.- CARACTERÍSTICAS DE LOS ADITIVOS E INSUMOS

2.8.1.- AGUA

Para los procesos de inhibición y solubilizarían en la masa del embutido, el agua es el elemento indicado. Una suficiente cantidad de agua es el requisito obligado para obtener un buen resultado en la masa del embutido. Para lo cual la adición de agua debe tener un lugar en forma escalonada, pues la incorporación de las moléculas de agua en la proteína (inhibición) es un proceso que se realiza en forma paulatina y continuada (Manrique, 2007).

En la célula muscular se localizan proteínas solubles en agua y en sal. Durante el proceso de picado estas proteínas son liberadas formando un gel tras añadir agua y sal a la masa del embutido. Este gel condiciona la capacidad para ligar el agua y la grasa de la masa (Manrique, 2007).

2.8.2.- SAL COMÚN DE MESA (CLORURO DE SODIO)

El uso de la sal común en la elaboración de embutidos crudos se considera como ingrediente mejorador de sabor, ya que la carne y el tocino, carentes de sal, son insípidos pero desde el punto de vista tecnológico coadyuva en las reacciones de maduración y desecación, baja el valor de la actividad de agua y controla la proliferación de microorganismos, ayuda a la formación de la emulsión cárnica (Manrique, 2007).

La concentración de la sal es importante para aumentar la capacidad de inhibición de la actina y miosina para solubilizar las diferentes proteínas cárnica. La actina y miosina no son solubles en agua, solamente son solubles en soluciones salinas (Manrique, 2007).

La sal influye sobre la hidratación, o sea, la imbibición de las proteínas. Con el incremento de la concentración de sal, aumento de la intensidad iónica, se produce el denominado salado de las proteínas. Estas proteínas se embeben por la adición de agua que retiene, formándose un gel (Manrique, 2007).

2.8.3.- CONDIMENTOS

Es el término aplicado para designar ingredientes o constituyentes que posean, por si o en combinación con otros, desarrollan sabor u aroma al producto cárnico, confiriendo un sabor característico al producto. Son usadas especias, casi en su totalidad derivadas de vegetales y de diferentes partes de las plantas (Duas Rodas, 2011).

2.8.3.1.- PIMIENTA NEGRA

Responsable del sabor picante, fragancia. Es el fruto recolectado poco antes de su maduración, previa maceración en agua y descortezada. En la pulpa abunda más la piperina, responsable del sabor picante y el aceite esencial en el grano, por lo que la pimienta blanca es menos picante que la pimienta negra (piperina es un alcaloide de la pimienta (Duas Rodas, 2011).

2.8.3.2.- ORÉGANO (OREGANUM VULGARE)

Posee una marcada actividad antibacteriana de la que se vale para controlar la multiplicación de bacterias durante los procesos de elaboración de embutidos y aparte posee su valor como aromatizante (Duas Rodas, 2011).

2.8.4.- AGENTES EMULGENTES

Estos constituyen la segunda categoría de aditivos alimentarios empleados como agentes de textura. Estos están constituidos por sustancias anfífilas en las que su estructura química contiene, a la vez, funciones hidrófilas y funciones hidrófobas. Esta estructura química particular le confiere propiedades emulgentes puesto que se sitúa en la interface aceite/agua y contribuyen a aumentar la estabilidad de un sistema termodinámicamente inestable (Duas Rodas, 2011).

2.8.5.- ESTABILIZANTES

La textura de los productos varía de suave y succulento a dura, dependiendo de que fueran o no molidos, cocidos, acidificados, fermentados, deshidratados o madurados. La adición de estabilizante aumenta la capacidad de retención de agua y de grasa en el producto, alterando la suavidad y succulencia. También aumenta el rendimiento de la producción, la superficie del producto es más seca y firme y la emulsión más estable a temperaturas elevadas. Los estabilizantes también aumentan la viscosidad y consistencia de los productos. Para la industria de la carne, los estabilizantes son constituidos básicamente por poli fosfatos (orto, meta y pirofosfatos) que son químicamente balanceados y en formulaciones proporcionales, para que cumplan sus principales funciones que son: según (Dúas Rodas, 2011).

- Regular y estabilizar el pH.
- Hidratación.
- Dispersión y ayuda a la emulsión proteica-grasa-agua.

2.8.6- FIJADOR DE COLOR

Las sales de cura tienen la función de desarrollar el color rojo, transformando los pigmentos en nitrosomioglobina. Este color tiene duración variable, pues fácilmente sufren oxidación por la acción del oxígeno presentes en el medio donde el embutido sea almacenado. Para evitar esta reacción, se usan sustancias reductoras que vayan impidiendo que las reacciones de oxidación ocurran y consecuentemente prolongan el periodo de estabilidad del color producido en el proceso de cura. Además de evitar las oxidaciones, retardan también el proceso de deterioro de los alimentos (Dúas Rodas, 2011).

2.8.7- PAN RALLADO

Pan rallado o pan molido es pan duro, generalmente seco de varios días, que ha sido finamente picado mediante un rallador. Su textura harinosa se emplea en la elaboración de diferentes platos y alimentos en forma de "rebozado", "empanado" o "gratinado" con la intención de proporcionar una costra dura al freírlos: ejemplos: las croquetas, las

milanesas, en otras ocasiones se emplea como medio aglutinante de esta forma se puede emplear en la masa cárnica de las albóndigas, para dar consistencia a los gazpachos.

Generalmente cuando se utiliza pan rallado sobre un alimento que posteriormente se va a freír se denomina a esa técnica "empanado", es decir, se da una capa de harina, otra de huevo batido y posteriormente la de pan rallado (Sisa, 2015).

2.9.- PROCESO DE ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA

A continuación, se realiza la descripción del proceso de elaboración de hamburguesa.

2.9.1.- RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

Las medias canales y partes correspondientes a las especies animales bovina y porcina deben receptarse congeladas a una temperatura entre -18°C y 20°C, correctamente envasadas para evitar posibles contaminaciones y preservar sus características. Los aditivos, especias y demás ingredientes se deben recibir a temperatura ambiente, envasadas en atmósfera modificada para su mejor conservación, en bolsas herméticas, impermeables a la luz y a 39 % de humedad y deberán almacenarse (García, 2011)

2.9.2.- TROCEADO

Consiste en eliminar las partes extrañas como huesos, tendones y cartílagos. La carne se trocea en fragmentos de 5 a 10 cm (García, 2011).

2.9.3.- PICADO O MOLIDO

Las carnes troceadas son transportadas mediante carros metálicos a la sala de elaboración, donde son picadas (en el caso de vacuno y cerdo), o bien deshuesadas y picadas (en caso de pollo y pavo) en los correspondientes equipos (García, 2011).

2.9.4.- MEZCLADO

Aquí se agregan las sustancias curantes, especias y condimentos, y se las pone en la mezcladora, con el fin de entremezclar homogéneamente la carne, grasa y demás ingredientes (García, 2011).

2.9.5.- MOLDEADO

Existen varios métodos para dar forma a las hamburguesas:

Moldeado por presión manual: Es un procedimiento simple, aunque no resulta útil para niveles industriales.

Moldeado por extrusión: Donde la masa se introduce en un cilindro, donde es comprimida, amasada e impulsada por un orificio circular al dispositivo del moldeado y corte.

Moldeado por llenado: La masa se impulsa hacia una boquilla que la moldea en forma de bola, la cual es aplastada por una prensa.

2.9.6.- EMPACADO

Los materiales empleados para el envasado, deben ser grado alimentario aprobado para uso en este tipo de alimentos. El utilizado para este tipo de productos suele ser bandejas de polietileno, cubiertas con plástico (García, 2011).

2.9.7.- ALMACENADO

La hamburguesa se debe consumir el día de elaboración o refrigerarse por un máximo de 7 a 10 días entre 0 y 4°C (García, 2011).

2.10.- ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento, toma de decisión para la producción, entre otras. Las pruebas de análisis sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. En las pruebas de preferencia, a los consumidores se les presentan dos o más muestras y se les pide que indiquen cual es la muestra de su preferencia. Las pruebas de aceptación se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según su tipo permiten medir cuanto agrada o desagrade dicho producto, generalmente indica el uso real del producto (Ureña, 1999).

Se trabaja con personas, en lugar de utilizar una máquina, el instrumento de medición es el ser humano por lo que se toman todos los recaudos para que las repuestas sea

objetiva, estas personas no necesariamente deben ser expertos, por eso tan importante trabajar con un grupo de evaluadores o lo que habitualmente se denomina panel de evaluación sensorial (Ureña, 1999).

Los tipos de análisis sensorial se dividen en tres grandes grupos: descriptivo, discriminativo y consumidor.

a) Análisis descriptivo

Consiste en la descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa), es el más completo. Para la primera etapa tratamos de ver que nos recuerda y como se describe cada atributo (Ureña, 1999).

b) Análisis discriminativo

Es utilizado para comprobar si hay diferencia entre productos, y la consulta al panel es cuanto difiere de un control o producto típico, pero no sus propiedades o atributos (Ureña, 1999).

c) Consumidor

También llamado test hedónico, en este caso se trabaja con evaluadores no entrenados, la pregunta es si les gusta o no el producto. El consumidor debe actuar como tal, lo que si se requiere, según la circunstancias, es que sea consumidor habitual del producto que está en evaluación. En el hedonismo los jueces actúan como un instrumento de medición (Ureña, 1999).

2.10.1.- EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO (SÁBALO)

En la etapa del proceso de la hamburguesa de pescado (sábalo), se elaboraron ocho muestras para determinar el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado (sábalo). Para tal efecto, se utilizaron veinte jueces no entrenados a través de un test (Anexo D.2) de escala hedónica para evaluar el atributo de color, olor, sabor y textura.

Para realizar evaluación sensorial de producto terminado (hamburguesa de pescado) se elaboró una muestra de hamburguesa de pescado. Para tal efecto, se utilizaron veinte jueces no entrenados a través de un test (Anexo D.3) de escala hedónica para evaluar el atributo de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

3.1. INTRODUCCIÓN

La parte experimental del presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos perteneciente a la carrera de Ingeniería de Alimentos dependiente de la Facultad Ciencias y tecnologías de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS Y MATERIAL DE LABORATORIO

Para desarrollar la parte experimental del trabajo de investigación se maneja diferentes equipos y materiales de laboratorio.

3.2.1.- EQUIPOS

Los equipos utilizados en el trabajo experimental son los siguientes:

- **Moledora eléctrica de carne;** utilizada para la molienda de la carne de cerdo, tocino. En la tabla 3.1, se detallan las especificaciones técnicas.

Figura 3.1
Moledora de carne



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.1
Especificaciones técnicas de la moledora de carne

Marca	VELVEN
Potencia	1HP

Fuente: Elaboración propia

- **Freezer horizontal:** Utilizada para refrigerar la carne, masa cárnica y el producto durante el proceso de elaboración y conservación. En la tabla 3.2, se detallan las especificaciones técnicas.

Figura 3.2
Freezer Horizontal



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2
Especificaciones técnicas del freezer

Marca	CONSUL
Potencia	226W
Modelo	CH853CBDEA
Serie	JD6370537
Capacidad de congelación	33.7 kg
Tensión	220 V
Frecuencia	50Hz
Corriente	2.1 A

Fuente: Elaboración propia

- **Balanza:** Utilizada durante todo el proceso para pesar las diferentes muestras de carne de pecaado, cerdo, tocino, insumos y aditivos. En la tabla 3.3, se detallan las especificaciones técnicas.

Figura 3.3
Balanza



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3
Especificaciones técnicas de la balanza

Marca	METTLER TOLEDO PB 1502	
Capacidad	Max. 1510 g	e 0.1 g
	Min. 0.5g	d 10 mg
Potencia	5 w	
Frecuencia	50/60 Hz	

Fuente: Elaboración propia

- **Envasadora al vacío:** Este equipo fue utilizado para envasar las muestras de hamburguesa de pescado (sábalo). En la tabla 3.4, se detallan las especificaciones técnicas.

Figura 3.4
Envasadora al vacío



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4
Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío

Potencia	430
Modelo	1240
voltaje	220 V
Frecuencia	50Hz
Amperios	6 A
Motor	1500-12800 rpm

Fuente: Elaboración propia

3.3.- MATERIALES

Los materiales que se utilizaron para llevar a cabo el trabajo experimental son detallados en la tabla 3.5

Tabla 3.5
Materiales utilizados para la elaboración de hamburguesa de pescado (sábalo)

Material	Cantidad	Características	Capacidad
Termómetro	2	Vidrio	(-10 – 100) °C
Pinzas	2	Acero inoxidable	medianas
Cucharas	4	Metálicas	Pequeñas
Bandejas	8	Acero inoxidable	-
Cronometro	1	Digital	-
Vasos	50	Plástico	50 ml
Fuentes	10	Acero inoxidable	mediano
Charolas redondas	2	Acero inoxidable	-
Charola con tapa	1	Acero inoxidable	-
Platillos	4	Acero inoxidable	-
Tabla	1	Madera	-
Sartén con mago	1	Aleación de aluminio con antiadherente	2 l
Cuchillo	1	Acero inoxidable	Mediano
Olla	1	Acero inoxidable	5 l
Molde de hamburguesa	1	Plástico	Tamaño normal
Bolsa de polietileno	100	Plástico	10x15 cm

Fuente: Elaboración propia.

3.4.- REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

Los requerimientos de materia prima e insumos alimentarios utilizados en el presente trabajo, se detallan a continuación:

3.4.1.- MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada en el presente trabajo es carne de pescado (sábalo) proveniente del río Pilcomayo y adquirido en el mercado abasto de la ciudad de Tarija.

3.4.2.- INSUMOS ALIMENTARIOS

En la tabla 3.6, se muestran los insumos utilizados en la elaboración de hamburguesa de pescado (sábalo).

Tabla 3.6
Insumos utilizados en la elaboración de hamburguesa de pescado (sábalo)

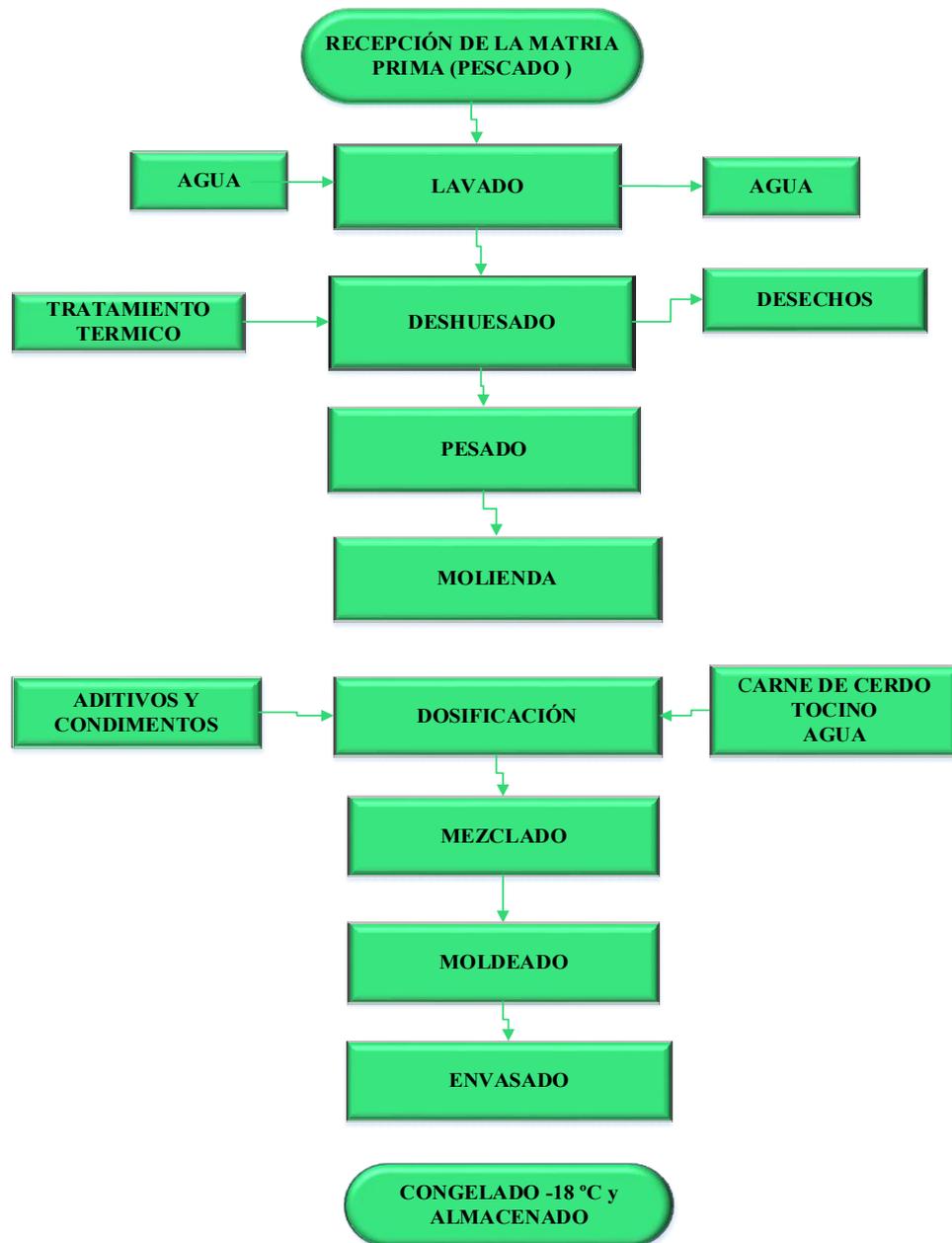
Insumos	Marca	Procedencia
Estabilizante	Esencial S.R.L.	Tarija
Emulsificante	Esencial S.R.L.	Tarija
Condimento de Hamburguesa	Dúas Rodas Industrial	Industria Brasileira
Fijador de color 302	Dúas Rodas Industrial	Industria Brasileira
Pan Molido	Panadería Palacio de las Masa	Tarija
Sal Yodada (NaCl)	Rosario	Potosí

Fuente: Elaboración propia

3.5.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE HAMBURGUESA DE PESCADO SÁBALO

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de bloques del proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado (sábalo).

Figura 3.5
Diagrama del proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado (sábalo)



Fuente: Elaboración propia

A continuación se describen las operaciones del proceso:

3.5.1.- RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la recepción de la materia prima de la pulpa fueron obtenidos en el mercado Abasto el Dorado ubicada en la avenida Froliran Tejerina, de la ciudad de Tarija siendo ejemplares del mismo tamaño se somete a una evaluación sensorial, descartando las especies deterioradas o maltratadas debido a una mala manipulación durante el transporte Cada ejemplar fue eviscerado y descamado para proceder a retirarle la cabeza mediante un corte transversal a nivel de la base de la aleta pectoral, al igual que la aleta caudal, Posteriormente se obtuvieron las diferentes piezas: filetes, carapacho, piel y pulpa, esta última se extrajo de los filetes de forma manual.

3.5.2.- LAVADO

Esta operación se realiza manualmente con el fin de eliminar mucus, sangre y otras sustancias extrañas en la superficie del pescado. Haciendo un corte superficial de la piel debajo del opérculo se procede a retirar la piel del pescado, eliminando también la aleta dorsal, ventral y anal luego realiza con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable haciendo un corte por encima de la columna vertebral por ambos lados, eliminando también las espinas y la columna vertebral.

3.5.3.- DESHUESADO

Se realiza esta operación con el fin de separar los huesos y piel de la carne para esto es sometiendo el pescado a un proceso de escaldado a una temperatura de ebullición 89 °C por un tiempo de 2 minutos. En esta operación se retira cuidadosamente los huesos del pescado para que la carne obtenida esté libre de piel y huesos. La pulpa de Pescado sábalo fue obtenida de la zona transversal del cuerpo, de la cual se eliminaron las espinas gruesas.

3.5.4.- PESADO

Aquí se realiza el pesado de las carnes, tocino y los insumos (emulsificante, sal, fijador de color, pan molido, condimentos, orégano, pimienta, ajo), con la ayuda de una balanza para garantizar sus mediciones exactas para lograr tener un buen producto.

3.5.5.- MOLIENDA

Se realiza con la ayuda de una moledora de carne se muele para reducir el tamaño de la pulpa de carne y el tocino durante todo el proceso de desmenuzado y molido se garantizó que la temperatura no superara a los 2°C en la pasta y que el tiempo de proceso fuera lo más corto posible para no recalentar la misma esto es para facilitar la emulsión posterior.

3.5.6.- DOSIFICACIÓN

Se procede al mezclado de acuerdo a la formulación con los siguientes ingredientes:

Se agrega carne de pescado (sábalo), carne de cerdo y tocino para tener una mezcla de las carnes hasta obtener una textura homogénea. Luego se agregó el resto de los microingredientes, a 60 rpm en el siguiente orden.

Se incorpora sal, el agua fría y se agregan el condimento (la pimienta, ajo, cebolla, orégano), emulsificante, estabilizante, pan rallado y por último el fijador de color.

3.5.7.-MEZCLADO

En esta parte se realiza una integración de las carnes con los insumos para obtener una masa homogénea para el proceso de elaboración de la hamburguesa.

Concluyendo con el mesclado se debe tener en cuenta de mantener la temperatura por debajo de 4 °C. La temperatura de la masa no debe sobrepasar de 15°C.

3.5.8.- MOLDEADO

En esta operación se realiza el armado. Se toman las porciones de 80 a 85 g, las cuales fueron pesadas por medio de la balanza digital, Seguidamente, de las porciones obtenidas se formaron las hamburguesas. Para ello se empleó un molde plástico circular de diámetro 8,00 cm y de espesor 1, 00 cm. Las hamburguesas fueron separadas por medio de papel celofán. Cada tratamiento fue colocado en bandejas de acero inoxidable por separado. Al ejecutar esta etapa, se garantizó el uso de guantes desechables para evitar presencia de crecimientos de microorganismos indeseables. Una vez formadas,

se ubicaron en bandejas de acero inoxidable e inmediatamente fueron congeladas (-8 °C).

3.5.9.- ENVASADO

Se envasaron al vacío en bolsas de polietileno de baja densidad de 10 x 15 cm. de 1 unidad con un peso promedio por bolsa de 80 gramos con ayuda de una selladora se logra hacer en grupos de 2 unidades, para evitar la humedad y consecuente desecación. Se congelaron durante 24 horas a -18 °C.

3.5.10.- CONGELADO Y ALMACENAMIENTO

Se realiza a temperatura de -18 °C en un freezer sin alteraciones de la misma y se debe cuidar la cadena de frío en caso de ser transportada para que no pueda sufrir alteraciones la hamburguesa.

3.6.- METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LOS RESULTADOS

Para la metodológica de obtención del presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta los aspectos: propiedades fisicoquímicas de la carne de pescado (sábalo), propiedades fisicoquímicas de la hamburguesa de pescado, análisis microbiológicas de la hamburguesas de pescado, propiedades organolépticas de la hamburguesas de pescado y el diseño factorial para el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado (sábalo).

3.6.1.- PROPIEDADES FISICO-QUÍMICAS DE LA CARNE DE PESCADO (SÁBALO) Y DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 3.7, se muestran los parámetros y unidades de medida para análisis fisicoquímicos de la carne y del producto terminado; que se realizara en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.7
Análisis fisicoquímico de la carne de pescado y producto terminado

Parámetros	Unidad de medida
Proteína total	%
Carbohidratos	%
Humedad	%
Cenizas	%
Fibra	%
Grasa	%
Valor energético	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2018

3.6.1.1.- NORMAS Y MÉTODOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

En la tabla 3.8 se muestran las normas y métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas.

Tabla 3.8
Normas y métodos para las propiedades fisicoquímicas para el producto terminado

Componentes	Norma	Método
Proteína total (Nx 6,25)	NB/ISO 8968-1:05	Volumétrico
Hidratos de carbono	Cálculo	Cálculo
Humedad	NB 313010:05	Gravimétrico
Cenizas	NB 39034:10	Gravimétrico
Fibra	Manual CEANID	Gravimétrico
Grasa	NB 313019:06	Gravimétrico
Valor energético	Cálculo	Cálculo

Fuente: CEANID, 2018

3.6.2.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MATERIAS PRIMAS

En la tabla 3.9, se muestra los parámetros microbiológicos de la carne de pescado, carne de cerdo y tocino; los cuales será analizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 3.9
Análisis microbiológicos de las materias primas

Materias primas	Parámetros	Norma	Unidades
Carne de pescado	Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Carne de cerdo	Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Tocino	Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g

Fuente: CEANID, 2018

3.6.3.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO (SÁBALO)

En la tabla 3.10, se muestra los parámetros microbiológicos del producto terminado; los cuales serán analizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo CEANID.

Tabla 3.10
Propiedades microbiológicas del producto terminado

Parámetros	Norma	Unidades
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Escherichia Coli	NB 32005:02	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25g

Fuente: CEANID, 2018

3.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental, es la planificación sistemática y metodología de las experiencias a realizar de manera que se pueda obtener los resultados, el máximo de información con el número mínimo de experimentos (Montgomery, 1991).

El diseño factorial aplicada al proceso, nos permite manejar las variables en el tiempo; además de minimizar los costos durante la elaboración (Montgomery, 1991).

Para realizar el siguiente trabajo de investigación aplicada, se utilizó un diseño factorial según (Ramírez, 2007).

$$2^k$$

Ecuación (3.1)

Donde:

2 = Número de niveles de la variables

K = Número de variables

Código de niveles:

- Nivel alto (+)
- Nivel bajo (-)

3.7.1.- DISEÑO FACTORIAL PARA EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO (SÁBALO)

En el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado (sábalo), se utilizó un diseño factorial; según la ecuación (3.1) con los siguientes factores y niveles de variación:

2 niveles de cantidad de carne de pescado (**P**)

2 niveles de cantidad de carne de cerdo (**C**)

2 niveles de cantidad de agua (**A**)

Para tal efecto, se tiene que la ecuación (3.1) desarrollada (ecuación 3.2) del diseño factorial en el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado.

$$2^k = 2 \times 2 \times 2 = 2^3 = \text{Tratamientos o ensayos} \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

En la tabla 3.11, se muestran los niveles de variación de los factores del proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado a nivel experimental.

Tabla: 3.11
Niveles de las variables de los factores del proceso de la hamburguesa de pescado

Factores	Nivel inferior (%)	Nivel superior (%)
Pescado (P)	40 (-)	50 (+)
Cerdo (C)	35 (-)	40 (+)
Agua (A)	4 (-)	6 (+)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.12, se muestra el diseño factorial para el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado (sábalo).

Tabla: 3.12
Diseño factorial para el proceso de la hamburguesa de pescado (sábalo)

Corridas	Combinaciones tratamientos	Factores			Interacción de los efectos				Y _i
		P	C	A	P*C	P*A	C*A	P*C*A	
1	(1)	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	y ₁
2	P	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	y ₂
3	C	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	y ₃
4	P*C	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	y ₄
5	A	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	y ₅
6	P*A	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	y ₆
7	C*A	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	y ₇
8	P*C*A	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y ₈

Fuente: Elaboración propia

Dónde: Y_i contenido de humedad en porcentaje (%).

3.7.2.- ALGORITMO DE YATES PARA UN DISEÑO FACTORIAL DE 2³

Como se puede observar la tabla de ANVA, para encontrar los contrastes y suma de cuadrados de los efectos, los métodos utilizados se complican a medida que k va creciendo al igual que la tabla signos

Yates propone una técnica eficiente para calcular la estimación de los efectos y las correspondientes suma de cuadrados para el diseño de 2^k en el cual se elabora un cuadro de algoritmos que indica en la siguiente tabla 3.13

Tabla 3.13
Cuadro de algoritmo de Yates para un diseño factorial 2^k

Combinación de Tratamientos	Reptas (Y)	Calculo 1	Columna I	Calculo 2	Columna II	Calculo 3	Columna III
I	Y_1	Y_1+Y_2	Y_9	Y_9+Y_{10}	Y_{17}	$Y_{17}+Y_{18}$	Y_{25}
P	Y_2	Y_3+Y_4	Y_{10}	$Y_{11}+Y_{12}$	Y_{18}	$Y_{19}+Y_{20}$	Y_{26}
C	Y_3	Y_5+Y_6	Y_{11}	$Y_{13}+Y_{14}$	Y_{19}	$Y_{21}+Y_{22}$	Y_{27}
P*C	Y_4	Y_7+Y_8	Y_{12}	$Y_{15}+Y_{16}$	Y_{20}	$Y_{23}+Y_{24}$	Y_{28}
A	Y_5	Y_2-Y_1	Y_{13}	$Y_{10}-Y_9$	Y_{21}	$Y_{18}-Y_{17}$	Y_{29}
P*A	Y_6	Y_4-Y_3	Y_{14}	$Y_{12}-Y_{11}$	Y_{22}	$Y_{20}-Y_{19}$	Y_{30}
C*A	Y_7	Y_6-Y_5	Y_{15}	$Y_{14}-Y_{13}$	Y_{23}	$Y_{22}-Y_{21}$	Y_{31}
P*C*A	Y_8	Y_8-Y_7	Y_{16}	$Y_{16}-Y_{15}$	Y_{24}	$Y_{24}-Y_{23}$	Y_{32}

Fuente: Ramírez, 2007

Para afirmar que es Algoritmo de Yates se debe cumplir lo siguiente La suma de la columna respuesta ΣY_{ij} de los factores del diseño debe ser igual al primer término de la columna III.

4.1.- PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE PESCADO SÁBALO

Los análisis de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima, se realizó en el laboratorio CEANID perteneciente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4.1, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos de la hamburguesa de pescado, realizado en el CEANID.

Tabla 4.1
Composición fisicoquímica de la carne de pescado

Parámetros	Unidad	Valores
Ceniza	%	1,06
Fibra	%	0,0
Materia grasa	%	11,99
Hidratos de carbonó	%	3,67
Humedad	%	67,21
Proteína total (N+6.25)	%	16,07
Valor energético	Kcal/100g	186,8

Fuente:

CEANID, 2018

Como se puede observar en la tabla 4.1, los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la carne de pescado, se tiene un contenido de ceniza del 1,06 %, fibra 0,0%, materia grasa 11,99%, hidratos de carbono 3,67%, humedad 67,21%, proteína total 16,07% y valor energético de 186,8 Kcal/100g.

4.2.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Los análisis de las propiedades microbiológicas de la materia prima, se realizó en el laboratorio CEANID perteneciente del Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En la tabla 4.2, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de las materia primas, realizado en el CEANID.

Tabla 4. 2
Resultado del análisis microbiológico de las materias primas

Materia prima	Tipo	Unidad	Valores
Carne de pescado	Coliformes totales	NMP/g	$6,0 \cdot 10^1$
Carne de cerdo	Coliformes totales	NMP/g	$4,9 \cdot 10^2$
Tocino	Coliformes totales	NMP/g	$9,0 \cdot 10^1$

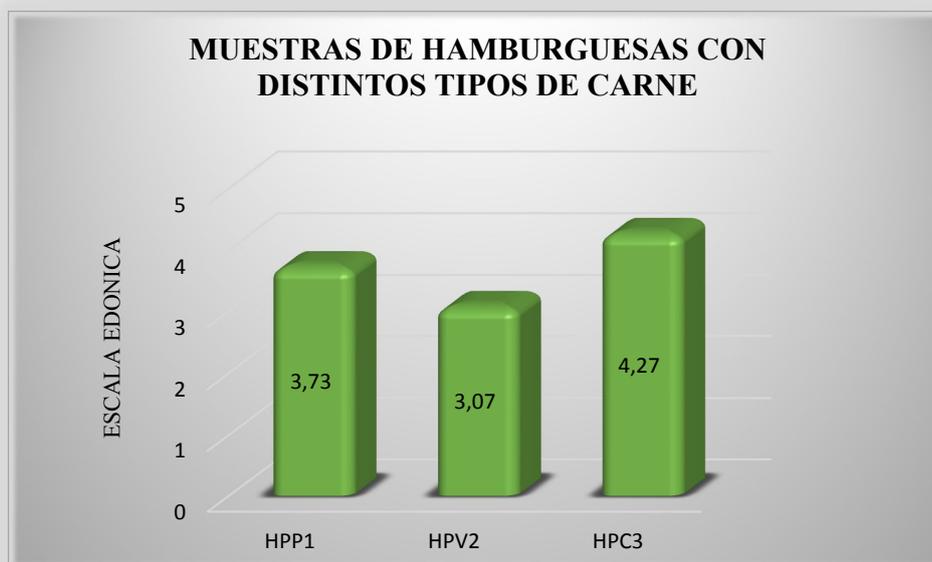
Fuente: CEANID 2018

Según los análisis realizados para las materias primas en el laboratorio CEANID, los resultados muestran que los valores están en los límites permitidos para la elaboración de hamburguesa de pescado.

4.3.- EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA ELECCION DE LAS MATERIAS PRIMAS

En la figura 4.1, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial de las materias primas en el proceso de elaboración de hamburguesas de pescado con datos extraídos de la tabla de (Anexo A.1.1)

Figura 4.1
Valores promedio de las muestras analizadas en el proceso de hamburguesas de pescado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.1, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces fue la HPC3= 4,27 y luego esta HPP1= 3,73 y por último la HPV2 = 3,07; en escala hedónica; esto significa que fue la hamburguesa de pescado con carne de cerdo es la de mayor preferencia.

4.3.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS TIPOS DE CARNE COMO MATERIA PRIMA PARA EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la tabla 4.3, se observa el análisis de varianza de los tipos de carne para la hamburguesa de pescado; extraído del (Anexo: A.1.2).

Tabla 4.3
Análisis de varianza de los tipos de carne para determinar el proceso de la hamburguesa de pescado

Fuente de variación (FV)	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}	Observación
Entre muestras	10,844	2	5,422	7,926	3,340	A P. Duncan
Entre jueces	7,644	14	0,546	0,798	2.064	No significativo
Error	19,156	28	0,684			
Total	37,644	44				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4,3 $F_{cal} > F_{tab}$ ($7,926 > 3,340$) para los tratamientos, lo cual existe diferencia estadística de variación entre las muestras HPP1, HPV2, HPC3 para un nivel de significancia $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Tabla 4.4
Prueba de Duncan para la elección de tipo de carne en el proceso de la hamburguesa de pescado

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
HPC3-HPP1	$0,54 < 0,619$	No existe diferencia
HPC3-HPV2	$1,20 > 0,649$	Si existe diferencia
HPP1-HPV2	$0,66 > 0,619$	Si existe diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.4, se observa que no hay diferencia estadística entre el tratamiento HPC3-HPP1, por lo tanto no existe diferencia para un límite de confianza del 95% pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra HPC3 (carne de cerdo) lo cual demostró tener mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó como la mejor opción en cuanto se refiere a la elección de la carne de cerdo en el proceso de elaboración de hamburguesa de pescado.

4.4.- CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

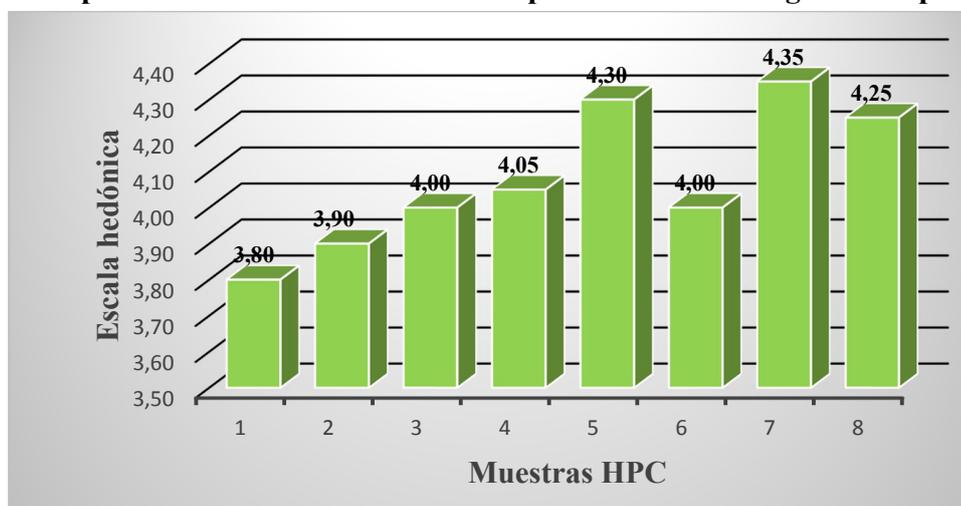
Para caracterizar las variables de la hamburguesa de pescado, se procedió a tomar en cuenta la metodología, ya que no existe en el mercado local este tipo de producto disponible como muestra patrón. Para tal efecto, se tomó en cuenta la dosificación de la carne de pescado, carne de cerdo y agua tomando como parámetro el contenido de humedad de la hamburguesa de pescado.

La elección de la dosificación adecuada se realizó con evaluación sensorial a las muestras elaboradas. En tal sentido, se realizó un análisis sensorial de las muestras elaboradas de hamburguesas de pescado, con la finalidad de identificar diferencias entre los productos elaborados a través de jueces no entrenados para los atributos de color, olor, sabor y textura.

4.4.1.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR EN EL PROCESO DE HAMBURGUESA DE PESCADO

En la figura 4.2, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo color en el proceso de elaboración de hamburguesas de pescado con datos extraídos de la tabla (Anexo A.2.1).

Figura 4.2
Valores promedio del atributo color en el proceso de hamburguesas de pescado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.2, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son HPC7= 4,35; HPC5= 4,3; HPC8 = 4,25; HPC4= 4,05; en escala hedónica; en comparación a las muestras HPC6= 4,0; HPC3= 4,0; HPC2= 3,9; HPC1= 3,8, que son menores.

4.4.1.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la tabla 4.5, se observa el análisis de varianza del atributo color para la hamburguesa de pescado; extraído del (Anexo: A.2.2).

Tabla 4.5
Análisis de varianza del atributo color para determinar el proceso de la hamburguesa de pescado

Fuente de variación (FV)	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}	Observación
Entre muestras	5,494	7	0,785	1,609	2,079	No significativo
Entre jueces	13,569	19	0,714	40,46	1,665	No significativo
Error	64,881	133	0,488			
Total	83,944	159				

Fuente: Elaboración propia

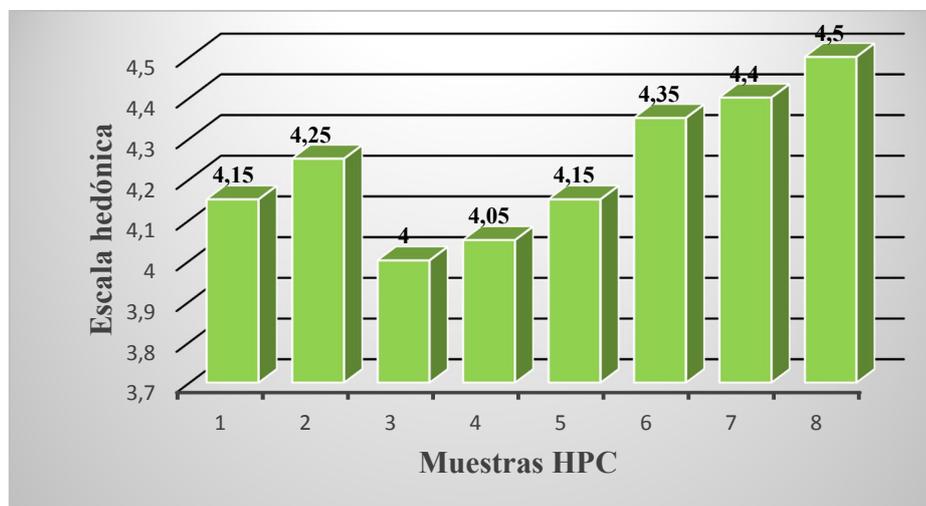
Como se observa en la tabla 4.5, $F_{cal} > F_{tab}$ ($1,609 > 2,079$) para los tratamientos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre muestras del atributo color para un nivel de significancia $p < 0,05$.

Pero tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, realizado por los jueces con mayor preferencia por la muestra HPC7 (carne de pescado 40%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6%) con mayor aceptación en escala hedónica para el atributo color, como la mejor opción.

4.4.2.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR EN EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la figura 4.3, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo sabor en el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado con datos extraídos de la tabla (Anexo: A.3.1).

Figura 4.3
Valores promedio del atributo sabor en el proceso de la hamburguesa de pescado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son HPC8= 4,5; HPC7= 4,4; HPC6=4,35; HPC2= 4,25; en escala hedónica; en

comparación a las muestras HPC5=4,15; HPC1= 4,15; HPC4= 4,05; HPC3= 4, que son menores

4.4.2.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la tabla 4.6, se observa el análisis de varianza del atributo sabor para el proceso de la hamburguesa de pescado; extraído del (Anexo: A.3.2).

Tabla 4.6
Análisis de varianza del atributo sabor para determinar el proceso de la hamburguesa de pescado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}	Observación
Entre muestras	4,294	7	0,613	1,072	2,079	No Significativo
Entre jueces	14,069	19	0,741	1,294	1,665	No Significativo
Error	76,081	133	0,572			
Total	94,45	159				

Fuente: Elaboración propia

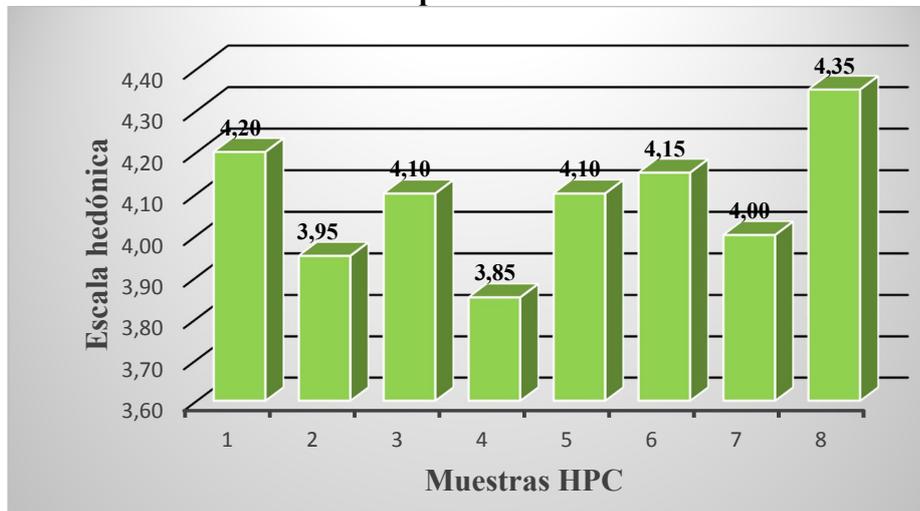
Como se observa en la tabla 4.6, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,072 < 2,079$) para los tratamientos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre muestras del atributo sabor para un nivel de significancia $p < 0,05$.

Pero tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, realizado por los jueces con mayor preferencia por la muestra HPC8 (carne de pescado 50%, carne de choncho 40% y cantidad de agua en un 6%) con mayor aceptación en escala hedónica para el atributo sabor, como la mejor opción.

4.4.3.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA EN EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la figura 4.4, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado con datos extraídos de la tabla (Anexo: A.4.1).

Figura 4.4
Valores promedio del atributo textura en el proceso de la hamburguesa de
pescado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son HPC8= 4,35; HPC1= 4,2; HPC6= 4,15; HPC3= 4,1; en escala hedónica; en comparación a las muestras HPC5= 4,1; HPC7= 4; HPC2= 3,95; HPC4 3,85 que son menores.

4.4.3.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la tabla 4.7, se observa el análisis de varianza del atributo textura para el proceso de la hamburguesa de pescado extraído del (Anexo: A.4.2).

Tabla 4.7
Análisis de varianza del atributo textura para determinar el proceso de la
hamburguesa de pescado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}	Observación
Entre muestras	3,375	7	0,482	1,085	2,079	No Significativo
Entre jueces	14,275	19	0,751	1,690	1,665	A P Duncan
Error	59,125	133	0,445			
Total	76,775	159				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.7 $F_{cal} > F_{tab}$ ($1,690 > 1,665$) para los tratamientos, lo cual existe diferencia estadística de variación entre las muestras entre las muestras HPC1, HPC2, HPC3, HPC4, HPC5, HPC6, HPC7, HPC8 para un nivel de significancia $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Tabla 4.8
Prueba de Duncan para el atributo textura en el proceso de la hamburguesa de pescado

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
HPC8-HPC1	0,15 < 0,413	No existe diferencia
HPC8-HPC6	0,20 < 0,435	No existe diferencia
HPC8-HPC5	0,25 < 0,450	No existe diferencia
HPC8-HPC3	0,25 < 0,461	No existe diferencia
HPC8-HPC7	0,35 < 0,470	No existe diferencia
HPC8-HPC2	0,40 < 0,476	No existe diferencia
HPC8-HPC4	0,50 > 0,482	Si existe diferencia
HPC1-HPC6	0,05 < 0,413	No existe diferencia
HPC1-HPC5	0,10 < 0,435	No existe diferencia
HPC1-HPC3	0,10 < 0,450	No existe diferencia
HPC1-HPC7	0,2 < 0,461	No existe diferencia
HPC1-HPC2	0,25 < 0,470	No existe diferencia
HPC1-HPC4	0,35 < 0,476	No existe diferencia
HPC6-HPC5	0,05 < 0,482	No existe diferencia
HPC6-HPC3	0,05 < 0,413	No existe diferencia
HPC6-HPC7	0,15 < 0,435	No existe diferencia
HPC6-HPC2	0,20 < 0,450	No existe diferencia
HPC6-HPC4	0,30 < 0,461	No existe diferencia
HPC5-HPC3	0,0 < 0,470	No existe diferencia
HPC5-HPC7	0,10 < 0,476	No existe diferencia
HPC5-HPC2	0,15 < 0,482	No existe diferencia
HPC5-HPC4	0,25 < 0,413	No existe diferencia
HPC3-HPC7	0,10 < 0,435	No existe diferencia
HPC3-HPC2	0,15 < 0,450	No existe diferencia
HPC3-HPC4	0,25 < 0,461	No existe diferencia
HPC7-HPC2	0,05 < 0,470	No existe diferencia
HPC7-HPC4	0,15 < 0,476	No existe diferencia
HPC2-HPC4	0,10 < 0,482	No existe diferencia

Fuente: Elaboración propia

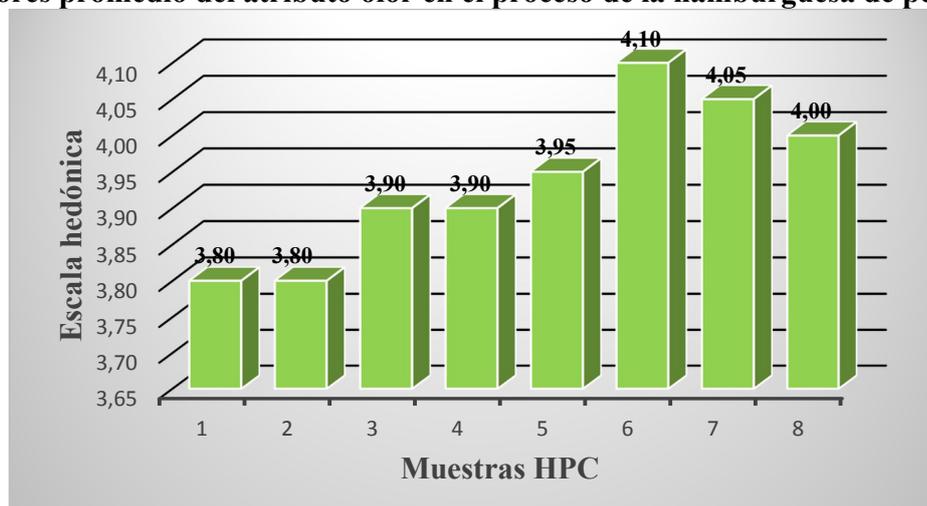
En la tabla 4.8, no se observa que no hay diferencia estadística entre los tratamientos HPC8-HPC1, HPC8-HPC6, HPC8-HPC5, HPC8-HPC3, HPC8-HPC7, HPC8-HPC2

HPC8-HPC4, HPC1-HPC6, HPC1-HPC5, HPC1-HPC3, HPC1-HPC7, HPC1-HPC2
 HPC1-HPC4, HPC6-HPC5, HPC6-HPC3, HPC6-HPC7, HPC6-HPC2, HPC6-HPC4
 HPC5-HPC3, HPC5-HPC7, HPC5-HPC2, HPC5-HPC4, HPC3-HPC, HPC3-HPC2,
 HPC3-HPC4, HPC7-HPC2, HPC7-HPC4, HPC2-HPC4 por lo tanto no existe
 diferencia para un límite de confianza del 95% pero analizando la preferencia de los
 jueces por la muestra HPC8(carne de pescado 50%, carne de choncho 40% y cantidad
 de agua en un 6%) lo cual demostró tener mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó
 como la mejor opción en cuanto se refiere al atributo textura en el proceso de
 elaboración de hamburguesa de pescado.

4.4.4.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR EN EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la figura 4.5, se muestran los resultados promedio de la evaluación sensorial del atributo olor en el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado con datos extraídos de la tabla (Anexo: A.5.1).

Figura 4.5
Valores promedio del atributo olor en el proceso de la hamburguesa de pescado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.5, se puede observar que las muestras de mayor aceptación por los jueces son HPC6= 4,1; HPC7= 4,05; HPC8= 4; HPC5= 3,95; en escala hedónica; en

comparación a las muestras HPC4= 3,9; HPC3= 3,9; HPC2= 3,8; HPC1= 3,8 que son menores.

4.4.4.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO OLOR PARA EL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

En la tabla 4.9, se observa el análisis de varianza del atributo olor para el proceso de la hamburguesa de pescado extraído del (Anexo: A.5.2).

Tabla 4.9
Análisis de varianza del atributo olor para determinar el proceso de la hamburguesa de pescado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}	Observación
Entre muestras	1,675	7,000	0,239	0,517	2,079	No significativo
Entre jueces	6,125	19,000	0,322	0,696	1,665	No significativo
Error	61,575	133,000	0,463			
Total	69,375	159				

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 4.9, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,517 < 2,079$) para los tratamientos se acepta la hipótesis planteada. Por lo que demuestra que no existen diferencias significativas entre muestras del atributo textura para un nivel de significancia $p < 0,05$. Pero tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, realizado por los jueces con mayor preferencia por la muestra HPC8 (carne de pescado 50%, carne de choncho 40% y cantidad de agua en un 6%) con mayor aceptación en escala hedónica para el atributo olor, como la mejor opción.

4.5.- DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

Para determinar la humedad del producto en el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado, se realizó tomando en cuenta el diseño factorial (tabla 3.5) con los niveles de variación (tabla 3.4); donde la variable media fue el contenido de humedad y los resultados se muestran en la tabla 4.10

Tabla 4.10
Diseño factorial en función del contenido de humedad

Corridas	Combinación	Factores			Réplica I	Réplica II	Respuestas
		P	C	A			Yi
1	(1)	-1	-1	-1	56,21	51,91	108,12
2	P	+1	-1	-1	59,81	60,05	119,86
3	C	-1	+1	-1	63,57	63,48	127,05
4	P*C	+1	+1	+1	59,00	59,22	118,22
5	A	-1	-1	-1	58,18	56,44	114,62
6	P*A	+1	-1	+1	54,72	58,66	113,38
7	C*A	-1	+1	+1	59,34	63,78	123,12
8	P*C*A	+1	+1	+1	59,39	60,72	120,11
Total							944,48

Fuente. Elaboración propia

En base a los resultados de la tabla 4.10, se procedió a realizar el análisis de varianza de los valores del contenido de humedad (tabla 4.10) para un diseño experimental de 2^3 ; extraídos de la tabla B. y (Anexo B.2.1).

Tabla 4.11
Análisis de varianza para las variables del proceso de la hamburguesa de pescado

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
Total	152,555	15			
Factor P	0,112	1	0,112	0,03	5,32
Factor C	66,097	1	66,097	18,05	5,32
Interacción P*C	0,255	1	0,255	8,52	5,32
Factor A	31,192	1	31,192	0,06	5,32
Interacción P*A	3,204	1	3,204	0,87	5,32
Interacción C*A	0,265	1	0,265	0,07	5,32
Interacción P*C*A	22,09	1	22,09	6,03	5,32
Error experimental	29,34	8	3,66		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.11, $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,051 < 5,32$) para el factor P (cantidad de carne de pescado); lo cual se acepta la H_p y no existe evidencia estadística significativa de variación de este factor en el proceso de la elaboración de hamburguesa de pescado para ($p < 0,05$).

Como se puede observar en la tabla 4.11, $F_{cal} > F_{tab}$, para los factores C (cantidad de carne de cerdo) y A (cantidad de agua); lo cual se rechaza la H_p evidenciando que existe diferencia significativa entre los factores analizados para $p < 0,05$, pero

analizando la preferencia de los jueces por la muestra HPC8 (carne de pescado 50%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6%) con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó como la mejor opción en el proceso de elaboración de hamburguesa de pescado sábalo.

En la interacción de los factores PC (cantidad de carne de pescado-cantidad de carne de cerdo), en la interacción de los factores PA (cantidad de carne de pescado-cantidad de agua) y la interacción CA (cantidad de carne de chanco-cantidad de agua); lo cual se acepta la H_p ; ya que ($F_{cal} < F_{tab}$) y no existe evidencia estadística para ($p < 0,05$).

En la interacción PCA (cantidad de carne de pescado-cantidad de carne de cerdo-cantidad de agua); lo cual se rechaza la H_p evidenciando que existe diferencia significativa entre las interacciones analizadas para $p < 0,05$.

En tal sentido, se puede decir que los factores cantidad de carne de pescado 50%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6% tienen significancia estadística en relación al contenido de humedad en el proceso de elaboración de hamburguesa de pescado sábalo.

4.6.- CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Para caracterizar el producto terminado, se tomó en cuenta los siguientes aspectos: Análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis sensorial.

4.6.1.- ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.12, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado; realizado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4.12
Composición fisicoquímica del producto terminado

Parámetros	Unidad	Valores
Ceniza	%	2,18
Fibra	%	n.d.
Hidratos de carbonó	%	5,11
Grasa	%	16,45
Humedad	%	59,30
Proteína total (N+6.25)	%	16,96
Valor energético	Kcal/100g	170,12

Fuente: CEANID, 2018

Como se puede observar en la tabla 4.12, los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado, tiene un contenido de ceniza del 2,18%, fibra 0,0%, hidratos de carbono 5,11%, materia grasa 16,45%, humedad 59,30%, proteína total 16,96 % y valor energético de 170,12 kcal/100g.

4.6.2.- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.13, muestra los resultados de los análisis microbiológicos del producto terminado realizados en el Centro de análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID).

Tabla 4. 13
Resultado del análisis microbiológico del producto terminado

Tipo	Unidad	Valores
Coliformes totales	UFC/g	<1,0x10 ¹
Escherichia.Coli	UFC/g	<1,0x10 ¹
Salmonella	p/a/25g	Ausencia

Fuente: CEANID 2018

Según los análisis realizados para la hamburguesa de pescado (sábalo) en el laboratorio CEANID, los resultados muestran que los valores están en los límites permitidos para la hamburguesa.

4.6.3.- EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

En la tabla 4.14, se muestra la evaluación sensorial del producto terminado que se realizó con un panel de degustación compuesto de quince jueces no entrenados, los

cuales calificaron los atributos: color, olor, sabor, textura y apariencia de los resultados obtenidos del (Anexo A.6.1).

Tabla 4.14
Evaluación sensorial promedio de los atributos para el producto terminado

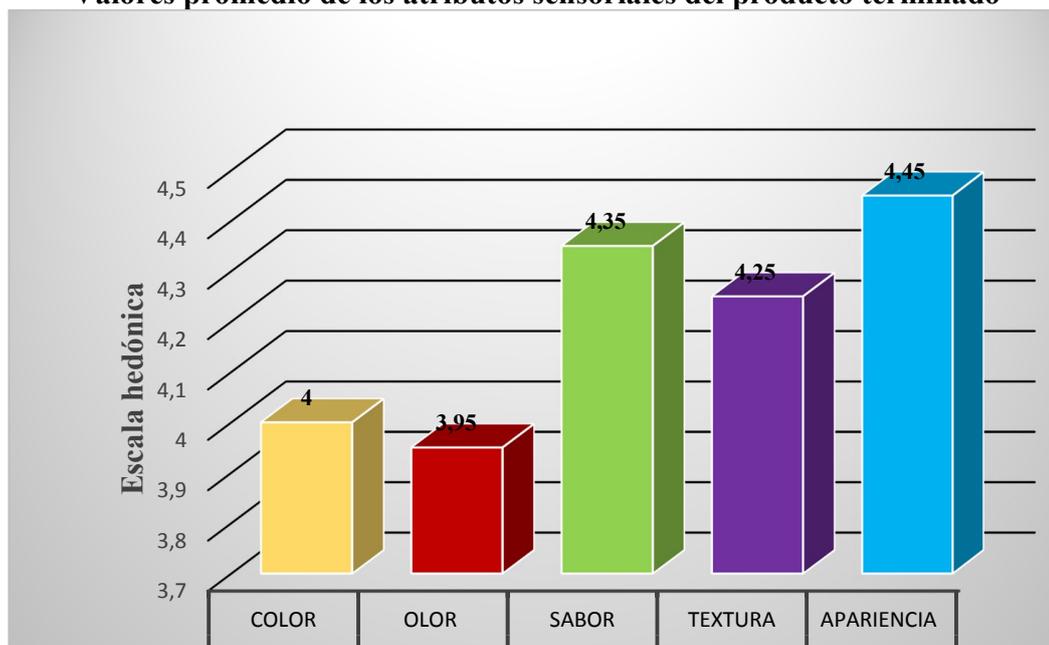
Producto terminado	Atributos sensoriales				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
PT	4,00	3,95	4,35	4,25	4,45

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos de la tabla 4.14, se procedió a interpretar en forma gráfica y analítica los diferentes atributos sensoriales del producto terminado.

En la figura 4.6, se muestran los resultados promedios de la evaluación sensorial de los atributos del producto terminado con los datos extraídos de la tabla 4.14

Figura 4.6
Valores promedio de los atributos sensoriales del producto terminado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se puede observar que los atributos con mayor aceptación por los jueces fueron sabor (4,467) y Apariencia (4,400) en escala hedónica; en comparación con la textura (4,200), color (4,00) y olor (3,933), que son menores. Por lo que el producto presenta una importante aceptación organoléptica.

4.6.3.1.- ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS ATRIBUTOS PARA EL PROCESO DE HAMBURGUESA DE PESCADO

En la tabla 4.15, se observa el análisis de varianza de los atributos para el proceso de la hamburguesa de pescado; extraído del (Anexo: A.6.2).

Tabla 4.15
Análisis de varianza de los atributos del producto terminado

Fuente de variación	SC	GL	CM	F _{CAL}	F _{TAB}	Observación
Entre muestras	3,800	4,000	0,950	2,560	2,492	A P. Duncan
Entre jueces	14,000	19,000	0,737	1,986	1,725	A P. Duncan
Error	28,200	76,000	0,371			
Total	46,000	99,000				

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4,15 $F_{cal} > F_{tab}$ ($2,560 > 2,492$) para los tratamientos, lo cual existe evidencia estadística significativa de variación entre los valores promedio entre los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia para un nivel de significancia $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Tabla 4.16
Prueba de Duncan para el atributo color en el proceso de la hamburguesa de pescado

Tratamientos	Análisis de los valores	Significancia
A - S	0,10 < 0,384	No existe diferencia
A - T	0,20 < 0,404	No existe diferencia
A - C	0,45 > 0,418	Si existe diferencia
A - O	0,50 > 0,427	Si existe diferencia
S - T	0,10 < 0,384	No existe diferencia
S - C	0,35 < 0,404	No existe diferencia
S - O	0,40 < 0,418	No existe diferencia
T - C	0,25 < 0,427	No existe diferencia
T - O	0,30 < 0,384	No existe diferencia
C - O	0,05 < 0,404	No existe diferencia

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.16, se observa que si existe diferencia estadística entre los atributos (Apariencia –Color), (Apariencia- Olor). Que son significativas en comparación a los atributos (Apariencia - Sabor), (Apariencia -Textura), (Sabor- Textura), (Sabor -Color), (Sabor-Olor), (Textura – Color), (Textura - Olor) y (Color-Olor). Por lo tanto no existe diferencia para un límite de confianza del 95% pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra HPC8 (carne de pescado 50%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6%) lo cual demostró tener mayor aceptación la de hamburguesa de pescado.

4.7.- EVALUACIÓN FÍSICO ORGANOLÉPTICA DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO (SÁBALO) PARA DETERMINAR SU VIDA ÚTIL

Su primer objetivo fundamental es la elaboración y seleccionar las formulaciones para evaluar la estabilidad o tiempo de vida útil a través de un periodo de almacenamiento de la hamburguesa de pescado de sábalo para ello se realizó una evaluación sensorial considerando los puntos de la tabla Anexo D.5 tomando en cuenta los atributos textura, olor, color y sabor.

4.7.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO A - 18° C.

- **Primera prueba de análisis físico organoléptico.-** Las hamburguesa (HPC8), fueron almacenadas 25 días, a la temperatura de -18 °C.

Los resultados promedios de la evaluación sensorial aplicada a la hamburguesa de pescado sábalo se muestra en la Tabla 4.17

Tabla 4.17
Análisis físico organoléptico de las hamburguesas de pescado (HPC8).

CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Apariencia general	5
Textura	3
Olor	3
Color	4
Sabor	4
TOTAL	19

Fuente: Elaboración propia

El análisis físico organoléptico aplicado en las hamburguesas de pescado (HPC8), que fueron almacenadas durante 25 días, obtuvieron una calificación de 19 puntos, indicando que la hamburguesa son de buena calidad. Para la evaluación de las hamburguesas almacenadas se emplearon 5 jueces no entrenados, los resultados indican que el producto es inocuo para el consumo humano.

Segunda prueba de análisis físico organoléptico. Para la hamburguesas (HPC8), fueron almacenadas 27 días, a la temperatura de -18 °C.

Los resultados promedios de la evaluación sensorial aplicada a la hamburguesa de pescado sábalo se muestran en la Tabla 4.18

Tabla 4.18
Análisis físico organoléptico de las hamburguesas de pescado (HPC8)

CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Apariencia general	4
Textura	4
Olor	4
Color	4
Sabor	3
TOTAL	19

Fuente: Elaboración propia

El análisis físico organoléptico aplicado en las hamburguesas de pescado (HPC8), que fueron almacenadas durante 27 días, obtuvieron una calificación de 19 puntos, indicando que la hamburguesa es de buena calidad. Para la evaluación de las hamburguesas almacenadas se emplearon 5 jueces no entrenados, los resultados indican que el producto es inocuo para el consumo humano.

Tercera prueba de análisis físico organoléptico. Para la hamburguesas (HPC8), fueron almacenadas 15 días, a la temperatura de -18 °C.

Los resultados promedios de la evaluación sensorial aplicada a la hamburguesa de pescado sábalo se muestran en la Tabla 4.19

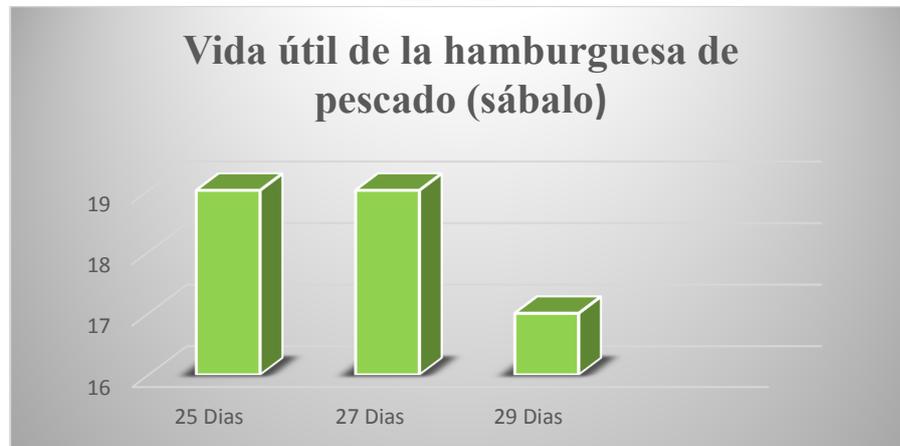
Tabla 4.19
Análisis físico organoléptico de las hamburguesas de pescado (HPC8).

CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Apariencia general	4
Textura	4
Olor	3
Color	3
Sabor	3
TOTAL	17

Fuente: Elaboración propia

El análisis físico organoléptico aplicado en las hamburguesas de pescado (HPC8), que fueron almacenadas durante 15 días, obtuvieron una calificación de 16 puntos, indicando que la hamburguesa bajo su calidad. Para la evaluación de las hamburguesas almacenadas se emplearon 5 jueces no entrenados, los resultados indican que el producto no se encuentra en óptimas condiciones para el consumo ya que bajó su calidad organoléptica.

Figura 4.7
Puntaje de las propiedades organolépticas de la hamburguesa de pescado almacenado



Fuente: Elaboración propia

4.8.- BALANCE DE MATERIA EN LA ELABORACIÓN DE LA HAMBURGUESA DE PESCADO

Se realiza los balances de materia para el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado.

4.8.1.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA

En la figura 4.8, se observa el proceso de recepción de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.8
Balace de materia en el proceso de recepción de la materia prima



Donde:

➤ **P** = Cantidad de pescado (g)

- **FP** = Filete de pescado (g)
- **D** = Cantidad de desechos (Escama cabeza, aletas) (g)

Datos:

- **P** = 900 g
- **FP** = 700 g
- **D** = ?g

- Balance de materia en el proceso de recepción

$$P = FP + D \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Reordenando la ecuación (4.1):

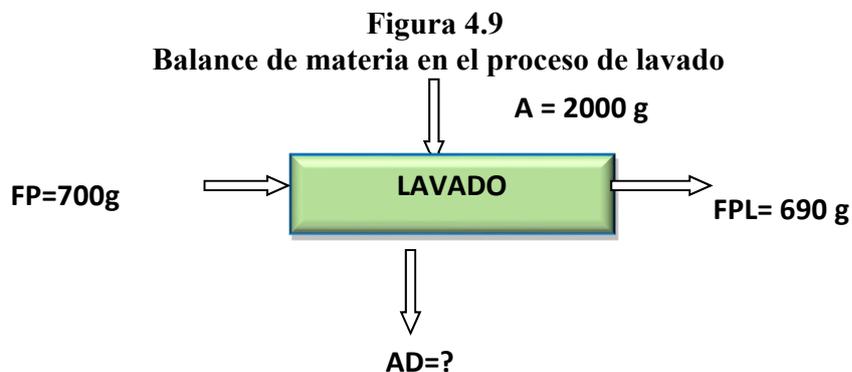
$$D = P - FP \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

$$D = (900 - 700) \text{ g}$$

D = 200 g de pérdida de desechos

4.8.2.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE LAVADO

En la figura 4.9, se observa el proceso de lavado de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.



Donde:

- **FP** = Cantidad de filete de pescado (g)
- **FPL** = Cantidad de filete de pescado lavado (g)
- **A** = Cantidad de agua para el lavado (g)
- **AD** = Cantidad de agua + desechos (g)

Datos:

$$FP = 700 \text{ g}$$

$$FPL = 690 \text{ g}$$

$$A = 2000 \text{ g}$$

$$AD = ?$$

- Balance de materia en el proceso de lavado:

$$FP + A = FPL + AD \quad \text{Ecuación (4.3)}$$

Reordenando la ecuación (4.3):

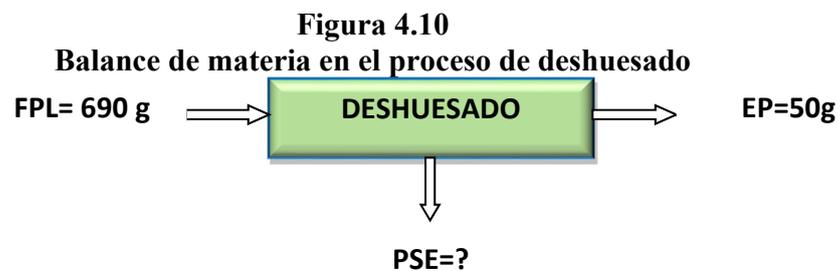
$$AD = FPL - FP - A \quad \text{Ecuación (4.4)}$$

$$AD = (700 + 2000 - 690) \text{ g}$$

$$AD = 2010 \text{ g cantidad de agua más desechos}$$

4.8.3.-BALANCE DE MATERIA PARA EL PROCESO DE DESHUESADO

En la figura 4.10, se observa el proceso de deshuesado de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

**Donde:**

- **FPL** = 690 Cantidad de filete de pescado lavado (g)
- **EP** = 50 Cantidad de espinas y piel (g)
- **PSE** = Cantidad de carne de pescado sin espinas (g)

Datos:

$$\mathbf{FPL} = 690 \text{ g}$$

$$\mathbf{EP} = 50 \text{ g}$$

$$\mathbf{PSE} = ?$$

➤ Balance de materia en el proceso de deshuesado:

$$\mathbf{FPL} = \mathbf{EP} + \mathbf{PSE} \quad \text{Ecuación (4.5)}$$

Reordenando la ecuación (4.5):

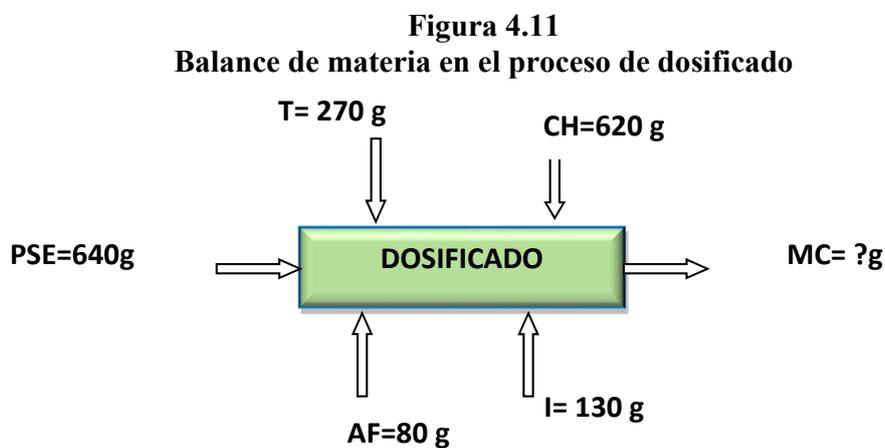
$$\mathbf{PSE} = \mathbf{FPL} - \mathbf{EP} \quad \text{Ecuación (4.6)}$$

$$\mathbf{PSE} = (690 - 50) \text{ g}$$

$$\mathbf{PSE} = \mathbf{640 \text{ g de carne de pescado sin espinas}}$$

4.8.4.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE DOSIFICACION

En la figura 4.11, se observa el proceso de dosificación de la materia prima, para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.



Donde:

- **PSE** = Cantidad de carne de pescado sin espinas (g)
- **T** = Cantidad de tocino (g)
- **C** = Cantidad de carne de cerdo (g)

- **AF** = cantidad de agua fría (g)
- **I** = Cantidad de insumos (g)
- **MC** = Cantidad de masa cárnica (g)

Datos:

$$\text{PSE} = 640 \text{ g}$$

$$\text{T} = 270 \text{ g}$$

$$\text{C} = 620 \text{ g}$$

$$\text{AF} = 80 \text{ g}$$

$$\text{I} = 130 \text{ g}$$

$$\text{MC} = ?$$

- Balance de materia en el proceso de dosificado:

$$\text{MC} = \text{PSE} + \text{T} + \text{C} + \text{AF} + \text{I} \quad \text{Ecuación (4.7)}$$

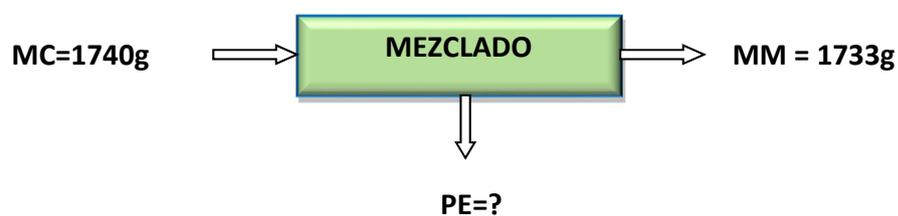
$$\text{MC} = (640 + 270 + 620 + 80 + 130) \text{ g}$$

$$\text{MC} = 1740 \text{ g de cantidad de masa cárnica}$$

4.8.5.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MEZCLADO

En la figura 4.12, se observa el proceso mezclado de la materia prima para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.12
Balance de materia en el proceso de mezclado

**Donde:**

- **MC** = Cantidad de masa cárnica

- **MM** = Cantidad de masa obtenida después del mezclado
- **PE** = Cantidad de pérdida en el mezclado

Datos:

$$\mathbf{MC} = 1740 \text{ g}$$

$$\mathbf{MM} = 1733 \text{ g}$$

$$\mathbf{PE} = ?$$

- Balance de materia en el proceso de ahumado:

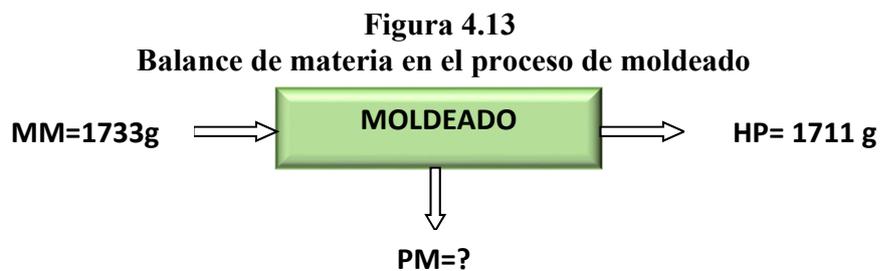
$$\mathbf{PE} = \mathbf{MC} - \mathbf{MM} \qquad \text{Ecuación (4.8)}$$

$$\mathbf{PE} = (1740 - 1733) \text{ g}$$

$$\mathbf{PE} = 7 \text{ g de pérdida en el proceso de mezclado}$$

4.8.6.-BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MOLDEADO

En la figura 4.13, se observa el proceso de moldeado de la materia prima para realizar el balance de materia con los siguientes datos obtenidos.



Donde:

- **MM** = Cantidad de masa después del mezclado (g)
- **HP** = Cantidad de hamburguesa (g)
- **PM** = Cantidad de pérdida del moldeado (g)

Datos:

$$\mathbf{MM} = 1733 \text{ g}$$

$$\mathbf{HP = 1711\ g}$$

$$\mathbf{PM = ?}$$

➤ Balance de materia en el proceso de moldeado:

$$\mathbf{MM = HP + PM} \qquad \text{Ecuación (4.9)}$$

$$\mathbf{PM = MM - HP} \qquad \text{Ecuación (4.10)}$$

$$\mathbf{PM = (1733 - 1711)\ g}$$

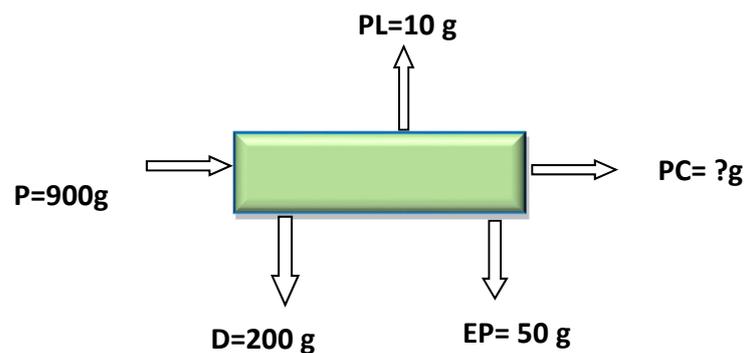
PM = 22 g de pérdida de masa cárnica en el moldeado

4.9.-BALANCE DE MATERIA GENERAL PARA LA PORCIÓN COMESTIBLE

En la figura 4.14, se observa todo el proceso de elaboración la hamburguesa de pescado, para realizar el balance de materia para tener en cuenta la porción comestible con los siguientes datos obtenidos.

Figura 4.14

Balance de materia general en proceso de elaboración de la Hamburguesa



Donde:

- **P** = Cantidad de pescado (g)
- **D** = Pérdida de desechos (g)

- **EP** = Cantidad de espinas y piel(g)
- **PL**= Perdida por lavado (g)
- **PC**= Porción comestible (g)

Datos:

- **P** = 900g
- **D** = 200 g
- **EP** = 50 g
- **PL** = 10g
- **PC**= ?

$$P = D + EP + PL + PC$$

Ecuación (4.7)

$$PC = P - D - EP - PL$$

$$PC = (900 - 200 - 50 - 10) \text{ g}$$

$$PC = 640 \text{ g de cantidad de porción comestible}$$

4.9.1.- ENTRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PESCADO SÁBALO SE PUDIERON DETERMINAR LAS SIGUIENTES

Tabla 4.20

Propiedades físicas del pescado sábalo

Parámetros	Unidades %
Porción comestible	71.11
Porción no comestible	28.88

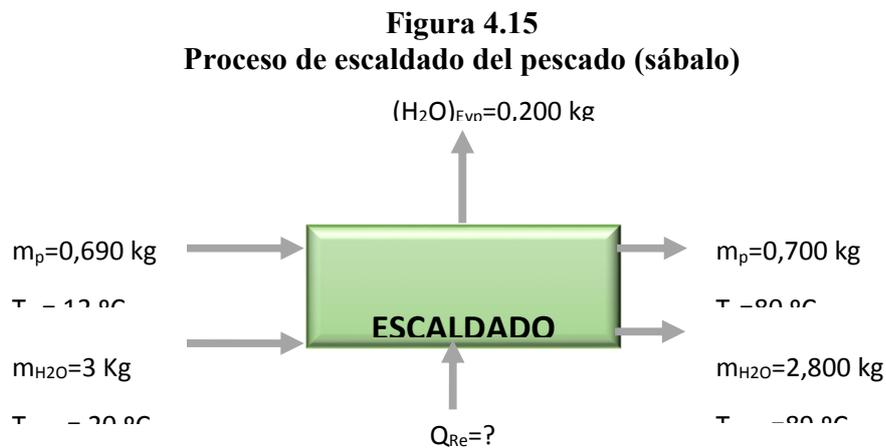
Fuente: Elaboración propia

4.10.- BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACION DE HAMBURGUESA DE PESCADO

Se realiza los balances de energía para el proceso de elaboración de la hamburguesa de pescado.

4.10.1.- BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ESCALDADO DEL FILETE DE PESCADO

Para estimar la cantidad de calor durante el proceso de escaldado térmico se debe considerar la cantidad de calor para calentar el agua de 20°C hasta la temperatura de ebullición de 93°C. Por lo tanto, se tomó en cuenta la ecuación (2.29), citada por (Lewis, 1993).



Donde:

$(H_2O)_{Evp}$	=	Agua Evaporada
$m(p)$	=	Masa de pescado
T_p	=	Temperatura del pescado
m_{H_2O}	=	Masa de agua
T_{H_2O}	=	Temperatura del agua
Q_{Re}	=	Calor requerido por el sistema

Para determinar la cantidad de calor requerida durante el proceso de escaldado se utilizó la ecuación (4-11) y (4-12) (Valiente, 1986).

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (4-11) \text{ (Valiente, 1986).}$$

$$Q_{cedido} = Q_{ganado} \quad (4-12) \text{ (Valiente, 1986).}$$

Q = Cantidad de calor (Kcal)

m = Cantidad de masa (Kg)

C_p = Capacidad calorífica del alimeto (Kcal/Kg°C)

ΔT = Cambio de temperatura (°C)

$$Q_p = m_p C_{p_p} (T_f - T_i) \quad (4.13)$$

$$Q_{H_2O} = m_{H_2O} C_{p_{H_2O}} (T_f - T_i) \quad (4.14)$$

$$Q_{Ac} = m_{Ac} C_{p_{Ac}} (T_f - T_i) \quad (4.15)$$

$$Q_{vap} = m \lambda (T_f - T_i) \quad (4.16)$$

$$Q_{Re} = m_p C_{p(p)} \Delta T_p + m_{H_2O} C_{p_{H_2O}} \Delta T_{H_2O} + m_{Ac} C_{p_{Ac}} \Delta T_{Ac} + H_2O_{Evap} \lambda_{H_2O} \quad (4-17)$$

Datos:

Q_{Re} = Cantidad de calor que requiere el sistema = ?

m_p = Masa del pescado = 0,690 Kg

$C_p(p)$ = Capacidad calorífica del pescado = 0,76 cal/g°C (Valiente, 1986).

T_{ip} = Temperatura inicial del pescado = 12°C

T_{fp} = Temperatura final del pescado = 80°C

m_{H_2O} = Masa del agua = 3 Kg

$C_{p_{H_2O}}$ = Capacidad calorífica del agua = 0,9993 Kcal/Kg°C (Valiente, 1986)

$T_{i_{H_2O}}$ = Temperatura inicial del agua = 20°C

$T_{f_{H_2O}}$ = Temperatura final del agua = 89°C

m_{Ac} = Masa de la olla de acero inoxidable = 2,750 Kg

$C_{p_{Ac}}$ = Capacidad calorífica de acero inoxidable = 0.12 Kcal/Kg°C

$T_{i_{Ac}}$ = Temperatura inicial de acero inoxidable = 20°C

$$T_{fAc} = \text{Temperatura final de acero inoxidable} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$H_{2O_{Evp}} = \text{Masa de agua que se evapora en el proceso} = 0,200 \text{ kg}$$

$$\lambda_{H_2O} = \text{Calor latente del agua} = 540,53 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C a 1 atm de presión}$$

$$\lambda_{H_2O} = \text{Calor latente del agua} = 432,42 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C a 0,8 atm (Tarija) dato proporcionado por (AASANA)}$$

Reemplazando los datos en la ecuación (4-17) tenemos:

$$Q_{Re} = m_p C_{p(p)} \Delta T_p + m_{H_2O} C_{pH_2O} \Delta T_{H_2O} + m_{Ac} C_{pAc} \Delta T_{Ac} + H_{2O_{Evp}} \lambda_{H_2O}$$

$$Q_{Re} = 0,690 \text{ Kg} * 0,76 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C} * (80-12)^{\circ}\text{C} + 3 \text{ Kg} * 0,9993 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C} * (89-20)^{\circ}\text{C} + 2,750 \text{ Kg} * 0,12 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C} * (90-20)^{\circ}\text{C} + 0,200 \text{ Kg} * 432,42 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{Re} = \mathbf{352,0983 \text{ Kcal}}$$

5.1.- CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el trabajo experimental de la hamburguesa de pescado (sábalo) se establecen las siguientes conclusiones.

- Las propiedades físicoquímica de la carne de pescado se tiene un contenido de ceniza del 1,06 %, fibra 0,0%, materia grasa 11,99%, hidratos de carbono 3,67%, humedad 67,21%, proteína total 16,07% y valor energético de 186,8 Kcal/100g.
- De acuerdo a la evaluación sensorial de las muestras en el proceso de hamburguesa de pescado, se puede observar que entre los factores se evidencia que no existe diferencia significativa en los atributos color, olor, sabor; pero si hay diferencia significativa en el atributo textura para un límite de confianza del 95% pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra HPC8 (carne de pescado 50%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6%) lo cual demostró tener mayor aceptación la de hamburguesa de pescado.
- En el proceso de elaboración de hamburguesa de pescado (sábalo), se pudo constatar que la muestra de mayor aceptación por los veinte jueces no entrenados; para evaluar los atributos de sabor (4,3), color (4,1), textura (4,1) y olor (3,5), resultando que la muestra HPC8 (carne de pescado 50%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6%) lo cual demostró tener mayor aceptación de la hamburguesa de pescado. Tomando en cuenta los resultados del análisis de varianza y Duncan para los atributos con un límite de confianza del 99%.
- Para el proceso de elaboración de hamburguesa de pescado, se utilizó un diseño factorial de 2^3 donde se estableció las variables de cantidad de carne de pescado (40 %-50%); cantidad de carne de cerdo (35 %-405%) y la cantidad de agua que se agrega (4%-6%), en función del contenido de humedad. Estadísticamente, se observó que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,051 < 5,32$) para el factor P (cantidad de carne de pescado); lo cual se acepta la H_p y no existe evidencia estadística de variación de este factor en el proceso de la elaboración de

hamburguesa de pescado para ($p < 0,05$), para $F_{cal} > F_{tab}$, para los factores C (cantidad de carne de cerdo) y A (cantidad de agua); lo cual se rechaza la H_p evidenciando que existe diferencia significativa entre los factores analizados para $p < 0,05$. En la interacción de los factores PC (cantidad de carne de pescado-cantidad de carne de cerdo), en la interacción de los factores PA (cantidad de carne de pescado-cantidad de agua) y la interacción CA (cantidad de carne de chanco-cantidad de agua); lo cual se acepta la H_p ; ya que ($F_{cal} < F_{tab}$) y no existe evidencia estadística para ($p < 0,05$). En la interacción PCA (cantidad de carne de pescado-cantidad de carne de cerdo-cantidad de agua); lo cual se rechaza la H_p evidenciando que existe diferencia significativa entre las interacciones analizadas para $p < 0,05$. En tal sentido, se puede decir que los factores cantidad de carne de pescado 50%, carne de chanco 40% y cantidad de agua en un 6% tienen significancia estadística en relación al contenido de humedad en el proceso de elaboración de hamburguesa de pescado sábalo.

- En el proceso de elaboración del producto terminado se tuvo una evaluación sensorial en base a 20 jueces no entrenados para evaluar los atributos de color(4,00), olor (3,95), sabor (4,35), textura (4,25) y Apariencia (4,45) en escala hedónica; por lo que el producto presenta una importante aceptación organoléptica, estadísticamente se observó que $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,560 > 2,492$) para los tratamientos, lo cual existe evidencia estadística de variación entre los valores promedio entre los atributos color, olor, sabor, textura y apariencia para un nivel de significancia $p < 0,05$. Por lo tanto esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.
- De acuerdo a la composición fisicoquímica de la hamburguesa de pescado realizada, se tiene cenizas 2,18%, fibra 0,0%, materia grasa 16,45%, hidratos de carbono 5,11%, humedad 59,30 %, proteína total 16,96 %, valor energético 170,12 Kcal /100g.
- De acuerdo al análisis microbiológico de la hamburguesa de pescado realizado, se tiene coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ UFC/g, coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$

UFC/g y ausencia de salmonella (p/a/25g), por lo que demuestra que es un producto seguro para ser consumido.

- El balance de materia determina que para producir 1,711kg de hamburguesa de carne de pescado (sábalo) se obtiene 19 unidades de 90 gr.
- En la determinación de la vida útil de la hamburguesa se pudo llevar acabo mediante evaluación sensorial con cinco jueces entrenados donde llegaron a determinar que la hamburguesa tiene como máximo de duración de consumo de 27 días, almacenados en congelación a -18 °C

5.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un control de calidad adecuada de la materia prima durante la adquisición en el mercado local.
- Se recomienda realizar la elaboración de hamburguesa de pescado con carnes bien frescas para así tener un producto con buenas características organolépticas.
- Se recomienda utilizar un envase adecuado para su mejor conservación y presentación del producto.
- Ampliar la investigación sobre sub productos derivados del pescado para obtener productos novedosos en nuestra región.
- Se recomienda el consumo de hamburguesas de pescado antes de los 27 días, almacenados en congelación a -18 °C
- Los gobiernos locales y departamentales deben impulsar su consumo a través de los comedores de los diferentes centros como ser del adulto mayor y hogares de niños.
- Siendo las hamburguesas de pescado un producto con un alto valor nutricional, se recomienda para deportistas por su facilidad de preparación y consumo.

