

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE HARINA
DE CABEZA DE PESCADO PARA
FORTIFICAR ALIMENTOS DE CONSUMO
POPULAR ALTOS EN CARBOHIDRATOS**

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
INGA. ALMA VERÓNICA GARCÍA BARRERA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

ENERO 2021

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE HARINA
DE CABEZA DE PESCADO PARA
FORTIFICAR ALIMENTOS DE CONSUMO
POPULAR ALTOS EN CARBOHIDRATOS**

**DOCENTE INVESTIGADORA PRINCIPAL:
INGA. ALMA VERÓNICA GARCÍA BARRERA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

ENERO 2021

Rectora
Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico
Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa
Inga. Frineé Violeta Castillo

**Director de Investigación
y Proyección Social**
Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**
Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo
Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada
Sra. Edith Aracely Cardoza de González

**Directora de Escuela de
Ingeniería Química**
Licda. Cecilia Elizabeth Reyes de Cabrales

664.949 8
G216g García Barrera, Alma Verónica, 1979 -
Propuesta de utilización de harina de cabeza de pescado para
fortificar alimentos de consumo popular altos en carbohidratos
[recurso electrónico] / Alma Verónica García Barrera
-- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2021.
1 recurso electrónico (49 p. : il. col. ; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo : pdf, 4.2 Mb). --
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>
ISBN : 978-99961-39-67-3 (E-Book, pdf)

1. Harina de pescado -- Investigaciones. 2. Hidratos de carbono -
Análisis. 3. Pescado como alimento. I. Título.
BINA/jnh

Autor
Inga. Alma Verónica García Barrera

Tiraje: 13 ejemplares
Año 2021

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América
Sitio Web: www.itca.edu.sv
TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
	2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	6
	2.2. ESTADO DE LA TÉCNICA – ANTECEDENTES	7
	2.3. JUSTIFICACIÓN	9
3.	OBJETIVOS.....	10
	3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
	3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4.	HIPÓTESIS – PREGUNTA PROBLEMA	11
5.	MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
	5.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE CABEZA DE PESCADO.	14
	5.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA HARINA DE PESCADO.....	19
	5.3. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LA HARINA DE PESCADO	20
	5.4. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA HARINA DE PESCADO.	21
	5.5. USO DE LA HARINA DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	21
	5.6. DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO	25
	5.7. MARCO NORMATIVO.....	28
	5.8. HARINA DE PESCADO EN EL MERCADO LATINOAMERICANO.....	31
6.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
	6.1. METODOLOGÍA.....	32
	6.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	33
7.	RESULTADOS.....	33
	7.1. TORTILLA DE MAÍZ	33
	7.2. PUPUSA DE FRIJOL	35
	7.3. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD A PRODUCTOS TERMINADOS.....	36

7.3.1.PRUEBAS SENSORIALES.....	36
7.3.2.PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.....	36
7.3.3.ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.....	36
7.3.4.VIDA DE ANAQUEL.....	37
8. CONCLUSIONES.....	38
9. RECOMENDACIONES.....	39
10. GLOSARIO.....	39
SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	41
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
12. ANEXOS.....	43
12.1. ANEXO A. LISTA DE CHEQUEO DE BPM.....	43
12.2. ANEXO B. FORMATO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL	48

1. INTRODUCCIÓN

En esta investigación documental se presentan alternativas viables para utilizar cabezas de pescado, subproductos de la acuicultura, para elaborar harina que sirva como materia prima para la fortificación de productos alimenticios nutritivos. Se revisaron fuentes bibliográficas con investigaciones, proyectos y normativas relacionados con el tema.

La harina de pescado se ha utilizado en la industria para aumentar el contenido nutricional de los alimentos para animales y para consumo humano, el componente nutritivo más valioso de la harina de pescado es la proteína ya que tiene una proporción ideal de aminoácidos esenciales altamente digestibles, que varía relativamente poco con el origen de la harina.

La cabeza de pescado es un sustrato que por sí solo tiene bajo valor comercial. Su procesamiento como harina puede dar como resultado un producto que sirva para bio fortificar premezclas usadas en panadería para fabricar productos varios (dulces o salados).

Como resultado de la revisión documental se determinó que a nivel regional si ha habido experiencias exitosas de fortificación de alimentos utilizando harina de pescado, la cual tiene alto valor proteico. Además, que la proporción con la cual se recomienda usar esta harina es menor a 20% en peso en la composición del alimento para que no altere sus propiedades sensoriales. También que, los productos alimenticios más consumidos por los salvadoreños son huevos, pollo, frijoles, arroz, tortilla de maíz, pan dulce, pan francés, azúcar y pupusas.

La harina de cabeza de pescado propuesta en esta investigación puede ser integrada exitosamente a alimentos para consumo humano, y usadas en las proporciones adecuadas no causa interferencias en las propiedades sensoriales de los productos formulados.

Tomando en cuenta lo anterior, es que se realizó una propuesta de fortificación de tortilla de maíz nixtamalizado y una pupusa de frijol, con harina de cabeza de pescado, puesto que son productos de consumo popular y altos en carbohidratos. Además, en este estudio se presenta una breve revisión de las pruebas de control de calidad y las normativas que tienen que cumplir los productos terminados, si estos llegaran a elaborarse.

Para comprobar la calidad e inocuidad de la harina de las cabezas de pescado, será necesario realizarle las siguientes pruebas microbiológicas: coliformes totales, salmonella, mohos, levaduras y E. coli. Así como pruebas bromatológicas: humedad, cenizas, contenido de carbohidratos, proteínas, grasas, calcio, fósforo, potasio, zinc, magnesio y hierro.

Para masificar la producción de los alimentos fortificados con harina de cabeza de pescado propuestos en este estudio, es indispensable practicarle además una serie de pruebas denominadas “vida de anaquel” y que no es más que el periodo de tiempo en el que un producto alimenticio conserva sus propiedades. Con esta información se puede determinar la fecha de caducidad del producto. Con el propósito de evaluar el grado de aceptación en los consumidores, se deberá hacer un focus group con pruebas hedónicas de los alimentos fortificados.

Por último, se puede decir que los productos propuestos son técnicamente factibles y que, si se cumplen las buenas prácticas de manufactura a lo largo de todo el proceso productivo, se puede garantizar un alimento inocuo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con el IV Censo Nacional de Talla y I Censo Nacional de Peso en Escolares de Primer Grado de El Salvador [1], el 90.95 % de los niños en edades entre los 6 y los 9 años presentan un estado nutricional en la categoría de “Normal”. El retardo en talla solo lo presentó en el 9.05 % de los escolares a nivel nacional, disminuyendo 6.4 puntos porcentuales en comparación con la prevalencia reportada en el III Censo Nacional de Talla/2007 en el cual la prevalencia fue de 15.5% [2].

A nivel departamental la mayor prevalencia de retardo en talla se ubicó en los departamentos de Ahuachapán, Morazán, Sonsonate y Cuscatlán, con prevalencia de 16.02%, 12.52%, 11.59%, y 10.23% respectivamente. Resultaron arriba del promedio nacional, los departamentos de San Salvador y La Libertad con menor prevalencia de desnutrición crónica 7,71% y 6.53 % respectivamente. El índice de masa corporal que mide obesidad, sobrepeso y bajo peso o desnutrición aguda, reveló que la obesidad y sobrepeso sumados fue de 30.74%, de los cuales el sobrepeso fue de 17.10% y la obesidad fue de 13.64%. Esto en relación con el estudio precedente del año 2012, en el mismo grupo de población, se incrementó 7.74 puntos porcentuales y en relación con la desnutrición aguda o bajo peso la prevalencia fue de 1.83% [1].

Los procesos de fabricación de alimentos de consumo humano a base de pescado generan desechos que actualmente no son utilizados para la fabricación de otros productos. Por otro lado, en la captura de peces algunos no son aptos para el consumo humano y otros que no son muy rentables podrían ser procesados para la elaboración de harinas que darían origen a subproductos que venderlos a restaurantes u otras industrias.

Las harinas de pescado fabricadas actualmente se utilizan principalmente como fuente de energía concentrada para la alimentación de animales. Su principal uso es para la alimentación de cerdos, aves, vacas, camarones y ganado vacuno, generando un gran ahorro en la alimentación por el rápido crecimiento de estos.

Históricamente los subproductos de pesquerías se consideran de bajo o nulo valor económico y se eliminan en la forma más barata o conveniente; comúnmente arrojándolos al mar, enterrándolos en fosas realizadas para este fin, o amontonándolos al aire libre en los alrededores de las comunidades costeras donde se realizan las actividades pesqueras y acuícolas. Estas prácticas, en mayor o menor medida, provocan efectos negativos como contaminación del ambiente, proliferación de vectores de enfermedades para la población, alteraciones en el paisaje y erosión del suelo. Hoy en día, en muchos países se hace hincapié en las posibilidades de utilizar los subproductos, tanto por los beneficios ambientales, como por la posibilidad de darles un valor económico, en lugar de atender problemas asociados a su eliminación. La producción de harina, muchas veces de baja calidad, sigue siendo una de las principales formas de utilización de subproductos acuícolas, y en particular para subproductos de sardina y camarón.

Debido a la situación actual del medio ambiente, cantidades de usos y las ventajas que tiene la harina de pescado, se hizo necesario realizar esta investigación documental, de la cual se espera sirva para la reutilización de desechos en la comercialización de pescado, a fin de ofrecer una alternativa de producción mediante el procesamiento de esta harina.

2.2. ESTADO DE LA TÉCNICA – ANTECEDENTES

Patente WO2014/168494A1. Esta patente detalla el procedimiento para elaborar una harina de pescado para consumo humano directo con alto contenido de proteínas y ácidos grasos esenciales (omega) provenientes de pescado. Este proceso se realiza por etapas que incluyen principalmente a un aparato procesador integral, donde se realiza el proceso de cocinado –saborizado y deshidratado, haciendo una harina de pescado de consumo directo por su fácil digestibilidad y aceptación al paladar humano. Inventor: MANDRIOTTI CASTRO, Giovanni Néstor.

Patente CN1899120A. Esta patente contiene el procedimiento para la elaboración de polvo nutritivo de germen de trigo y pescado. El nutritivo polvo de germen de trigo y pescado para personas mayores y bebés se prepara con germen de pescado y trigo como material principal y tiene la cantidad adecuada de proteína vegetal, polvo de grano y aceite vegetal agregado como material complementario, y mediante

extrusión, frailecillo y trituración. La presente invención proporciona a las personas mayores y a los bebés alimentos ideales con nutrientes integrales y conveniencia para comer. Inventor: Zhang Lianfu.

Investigadores de la India formularon el proyecto: “Utilización de peces de descarte, como polvo de pescado comestible y sus características de calidad y aceptación del consumidor”. En esta investigación se consideró utilizar grandes cantidades de peces juveniles de importancia comercial que se pescan como capturas incidentales y se descartan como desechos. Para el control de alimentos, esto se utilizó para el desarrollo del polvo de pescado comestible y su calidad, vida útil y se incorporó con alimentos normales y se evaluó su aceptación del consumidor para erradicar la desnutrición. [3]

En Kenia, el bagre marino (*Galeichthys feliceps*) y el pez cinta (*Trichurus lepturus*) son especies subutilizadas de la pesquería de gambas. El estudio evaluó la viabilidad de aumentar el valor de esta captura secundaria probando su idoneidad para la producción de bocadillos que se prepararon con harina disponible localmente de arroz, trigo y maíz. La aceptación de los productos fue evaluada por un panel, no entrenado que utilizó una escala hedónica de 1 a 9. El contenido de proteínas, la grasa, la humedad, la composición de aminoácidos y ácidos grasos se informan y ambos indican la idoneidad nutricional del pescado seleccionado. [4]

El extendido uso de la harina de pescado como ingrediente principal en los alimentos para la producción animal, especialmente en los acuícolas, se debe a que es una excelente fuente de nutrientes con alto valor biológico, proteína de alta calidad o con alto contenido de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales. Así mismo, el aceite de pescado es rico en HUFAs, compuestos que son esenciales para camarones, peces marinos, aves y mamíferos, incluido el humano. El aceite de pescado también es rico en colesterol que es esencial para el camarón, que no lo puede sintetizar.

Las harinas de pescado se obtienen del cocido, prensado, secado y pulverizado de las materias primas, la más común y utilizada, es la de pescado, que puede ser de sardina, arenque, anchoveta, merluza, atún y macarela, entre otras. Las harinas de pescado en general, se caracterizan por tener un alto contenido proteico, además de ser ricas en vitaminas y minerales. Son usadas como ingredientes en la elaboración de alimentos balanceados para la acuicultura principalmente, pero también se usan en la avicultura, la ganadería y en la elaboración de alimentos para mascotas.

El valor nutricional de las harinas de pescado es notablemente mayor que muchas otras harinas animales o vegetales, debido a que el 65-80% del producto es proteína altamente digerible. De esta manera, proporcionan una fuente concentrada de proteína de alta calidad y con aminoácidos esenciales. El contenido de grasa es bajo en las harinas, pero aun así, la proporción de HUFAs es alta. Sin embargo, la elaboración de harinas de pescado se lleva a cabo a partir de diferentes tipos de materias primas, lo que

influye sobre la composición del producto final; algunas están basadas en subproductos procedentes de la industrialización del producto para el consumo humano y presentan típicamente un menor contenido en proteína y grasa, así como un alto contenido en cenizas, derivado de la presencia de huesos y escamas. En consecuencia a los múltiples orígenes de la harina de pescado, su composición química puede ser muy variable.

Durante la producción de harinas de pescado, las materias primas son sometidas a un proceso de cocción con el fin de detener la actividad microbiológica y enzimática responsable de la degradación y para coagular las proteínas en fase sólida, permitiendo la separación del aceite y el agua, si es que se obtendrá este producto por separado, o para remover lípidos de las harinas.

En una siguiente etapa, se realiza un proceso de prensado mecánico, el cual genera el agua de prensa que corresponde a la fase líquida, y la torta de prensa, que constituye la fase sólida. Los líquidos extraídos son sometidos a un proceso de decantación para retirar otros sólidos que posteriormente son reincorporados a la torta de prensa. El agua de prensa sin sólidos es sometida a centrifugación para separar el aceite de la fase acuosa resultante. La centrifugación separa diversos componentes que tiene el agua de prensa como son el aceite, sólidos solubles e insolubles y agua. El líquido remanente, llamado "agua de cola", se evapora para reducir su volumen y concentrarlo. Posteriormente, la torta de prensado y los sólidos resultantes de la evaporación se mezclan para obtener una pasta homogénea.

Esta mezcla es secada hasta obtener un producto con 5-10% de humedad a una temperatura variable de acuerdo con el tipo de secado. El material seco se somete a molienda para obtener un tamaño de partícula fino; entre los principales molinos se encuentran el molino de disco y el de martillos. Durante el procesado se pueden agregar antioxidantes con el fin de estabilizar la harina, y que no se deteriore durante el almacenamiento.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La harina de pescado se ha utilizado en la industria para aumentar el contenido nutricional de los alimentos para animales y para consumo humano, el componente nutritivo más valioso de la harina de pescado es la proteína ya que tiene una proporción ideal de aminoácidos esenciales altamente digestibles, que varía relativamente poco con el origen de la harina, es importante recalcar el elevado contenido proteico (sobre 65%) y una composición de aminoácidos esenciales excelente, solo inferior a la de la proteína de la leche y los huevos, y muy superior a la de cualquier otro producto vegetal proteico [5], además la digestibilidad de la harina de pescado es elevada y en muchos casos superior a 90%, su

contenido de vitaminas, sobre todo las del complejo B es muy conveniente, además de ser la única que contiene cantidades importantes de vitamina D.

La harina tiene minerales, como el selenio, el cual actúa como elemento coadyuvante en procesos enzimáticos. Tanto las harinas como los aceites de pescado contienen ácidos grasos del tipo Omega-3 poliinsaturados, conformados por los dos ácidos más importantes, como son el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Dichos ácidos se encuentran de forma natural y abundante en los pescados azules (atún, sardinas, salmón, entre otros) pero también en los alimentos enriquecidos en Omega-3. Estos componentes son indispensables en la dieta del humano pues ayudan en el funcionamiento del sistema cardiovascular, son parte esencial en la conformación del sistema nervioso central de la retina del ojo, y juegan un papel importante en la prevención de aterosclerosis, infartos, artrosis, entre otros. [5]

Producir harina de cabeza de pescado podría incrementar el valor agregado de la pesca y la acuicultura, dado al contenido de aminoácidos, ácidos grasos y pigmentos acumulados en los subproductos. Lo anterior hace necesario diseñar sistemas de producción de harinas que conserven, en la mayor medida posible, los nutrientes en las materias primas de origen marino, para generar productos que al ser utilizados en la nutrición, tengan una composición adecuada y sean capaces de mejorar la calidad de los productos finales, y generar productos alimenticios funcionales, es decir, que además de cumplir con su función básica de nutrir, puedan tener un impacto benéfico sobre la salud de quien los consuma.

En esta investigación se han tomado los productos populares como muestra para fortificar, ya que estos son de bajo costo y por lo tanto más fácil su adquisición para las familias salvadoreñas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de fortificación de productos de consumo popular altos en carbohidratos con harina de cabeza de pescado.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una revisión bibliográfica de procesos de fortificación de diversos productos alimenticios para humanos que hayan utilizado harina de pescado.

2. Esquematizar el procesamiento de las cabezas de pescado para obtener harina que serviría para formular productos alimenticios.
3. Elaborar propuestas de fórmulas prototipo de alimentos altos en carbohidratos con harina de cabeza de pescado.
4. Realizar una propuesta del control de calidad a la harina obtenida de las cabezas de pescado, por medio de las siguientes pruebas: análisis bromatológico, físico químico, sensorial y microbiológico.

4. HIPÓTESIS – PREGUNTA PROBLEMA

La adición de harina de cabeza de pescado facilitará la fortificación de un producto de consumo popular alto en carbohidratos aumentando su contenido nutricional.

5. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

Si bien es cierto, el concepto de harina está más relacionado con el polvo fino que se obtiene de cereales como el trigo, también se le puede llamar harina al polvo al que quedan reducidos materiales sólidos como, por ejemplo, los huesos de pescado. En esta investigación se elaboró un proceso para producir harina de la cabeza de pescado, y utilizarla como materia prima para fortificar productos alimenticios.

La harina de pescado es un producto obtenido del procesamiento de pescados, eliminando su contenido de agua y aceite. El aceite de pescado es un importante producto secundario.

La harina de pescado, natural y sostenible, proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA. Proteína.

La proteína en la harina de pescado tiene una alta proporción de aminoácidos esenciales en una forma altamente digerible, particularmente metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano. Presentes en la forma natural de péptidos, éstos pueden ser usados con alta eficiencia para mejorar el equilibrio en conjunto de los aminoácidos esenciales dietéticos.

La harina de pescado ofrece muchos beneficios en la nutrición animal ya que aporta muchas proteínas y nutrientes; como ingrediente de alimentos para aves, aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino, y animales acuáticos (camarón, pescado y otros), disminuyendo notablemente los costos de producción industrial de estos animales por su rápido crecimiento, su mejor nutrición, la mejora de la fertilidad y la notoria disminución de posibilidades de enfermedades.

La harina de pescado se produce de la captura de peces para los cuales existe poca o ninguna demanda para el consumo humano y también de desechos de pescado generados durante el procesamiento de pescado para la alimentación humana. Los peces enteros son principalmente pequeños, oleaginosos y huesudos y en gran parte no comestibles, por ejemplo, la anchoveta, el jurel, el menhaden, el capelán y el lanzón. Estos peces almacenan aceite en su carne.

Entre el 10% y 15% de la harina de pescado del mundo es producida de desechos. Esto se produce a partir de cualquier pescado blanco que sea bajo en aceite (la mayor parte del aceite está en el hígado que se utiliza para la producción de aceite, por ejemplo, el hígado de bacalao) o de los desechos de peces oleaginosos tales como el arenque, la caballa etc.

La harina de pescado es normalmente un polvo o harina marrón compuesto normalmente por entre 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa y entre 10% y 20% de ceniza. Los productores proveen detalles del tipo de materia prima utilizada y del contenido típico de nutrientes.

Prácticamente toda la harina de pescado se utiliza como ingrediente de alto valor proteico en la alimentación de animales terrestres de crianza y para peces de criadero. Estas harinas suponen una buena fuente de energía en la alimentación de aves, cerdos, vacas, ovejas y en la piscicultura.

Según las estadísticas mundiales publicadas por FAO (2001), la captura mundial de pescado, a partir de pesca extractiva y acuicultura, fue de unos 126 millones de toneladas en 1999. De ese total, el 77% se destinó al consumo humano directo (fresco, congelado, curado y conservas) mientras que el restante 23% se usó en su gran mayoría como materia prima para la industria reductora (harina y aceite de pescado). No se incluyen en ese 23%, las cantidades de materia prima que, como restos de industrias fileteadoras y conserveras, van también a la fabricación de harina y aceite de pescado.

La harina de pescado se produce en todo el mundo y se utiliza prácticamente en todos los países. Un factor determinante para el desarrollo de esta industria es la existencia de recursos naturales para su ejercicio. El Pacífico Sur es la zona más propicia para esta actividad, ya que se dan condiciones para grandes cardúmenes con poco uso alternativo para la alimentación humana directa. Esta ventaja natural permite a Perú y Chile dominar la producción y comercio mundial del producto desde hace varios años. También se dan buenas condiciones en el Atlántico Sur Oriental, en el mar de Japón y en el mar que baña el norte de Europa (Noruega, Islandia y Dinamarca).

Otros factores determinantes para el desarrollo de la industria reductora son el acceso a capital y tecnología, así como la situación de infraestructura y puertos, que inciden sobre todo en calidades y métodos de embarque. La industria europea, históricamente y por su nivel de desarrollo, ha tenido

ventaja sobre el resto en este aspecto, sin embargo, estas diferencias tienden a reducirse rápidamente con la actual dinámica de transferencia tecnológica.

En 1988, el consumo de harina de pescado se dividía en 60% para alimentación de aves, 10% para acuicultura y el resto para alimentación de cerdos, rumiantes y otros animales (mascotas, visones, etc.). En el año 2000, el uso en alimentación de aves disminuyó al 24%, un 35% se utilizó para acuicultura y el resto para otros animales. Para el 2010 se estima que continuará esta tendencia, un 56% será destinado para acuicultura mientras que sólo un 12% para aves.

Este explosivo desarrollo de la acuicultura en los últimos años, especialmente de cultivos marinos (salmón, trucha, camarón, etc.), cuyo alimento es preparado con un alto porcentaje de harina de pescado, modificó sustancialmente la industria reductora, aumentando la demanda por parte de este sector y generando la necesidad de producir harinas de pescado especiales, de mayor calidad que la utilizada para alimentación de aves y cerdos, conocidas como "harinas Prime". Asimismo, el desarrollo de harinas especiales permitió ampliar aún más el campo de utilización de las harinas de pescado, como es la alimentación de animales de peletería, alimentación de rumiantes para producción de carnes finas y leche y en la preparación de sustitutos de leche para cerdos destetados a temprana edad.

Cualquier pescado o marisco puede ser utilizado para elaborar harina de pescado. El pescado utilizado como materia prima se puede clasificar en tres categorías: a) pescado industrial, b) especies acompañantes y c) excedente de pescado y residuos de otras industrias.

a) Pescado capturado con la única finalidad de producir harina de pescado, llamado "pescado industrial", generalmente constituido por especies pelágicas. Son mayormente pescados no comestibles, de gran abundancia y fácil captura, que por su alto contenido de materia grasa se encuentran expuestos a una rápida oxidación que les confiere sabores fuertes que la población no acepta, o que por su pequeño tamaño son muy delicados y a veces no resulta práctico elaborarlos de otra forma, o por cualquier otro motivo que dificulte su consumo humano directo. Dentro de estas especies industriales encontramos, los pequeños pelágicos del Océano Pacífico Sur, tales como, anchoveta, sardina, caballa y jurel, que constituyen la principal materia prima de Perú y Chile y otros países de la región como, Ecuador, Panamá y México.

b) Especies acompañantes: son especies diversas que aparecen en la red en pequeñas cantidades acompañando a la especie principal del cardumen, por lo que tiene escaso o nulo valor comercial. Por ejemplo, el jurel resulta una especie acompañante en la captura de anchoíta en Argentina.

c) Excedente de pescado (pescado no vendido) y residuos de fábricas de fileteado y fábricas de conservas

(cabeza, vísceras, esqueleto, espinas, piel y escamas), son la principal materia prima de la industria harinera de Argentina, Brasil y Uruguay.

5.1. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA HARINA DE CABEZA DE PESCADO.

La elaboración de una buena harina de pescado y de alto rendimiento depende fundamentalmente de la frescura de la materia prima, factor que incide aproximadamente en un 70% en el rendimiento del producto final.

En primer lugar, es importante minimizar los tiempos entre la captura, llegada a planta y posterior elaboración de la harina de pescado, para conservar la frescura. Luego, el proceso de descomposición puede ser detenido o retardado de varias maneras, entre las cuales se emplean generalmente, la disminución de la temperatura y la adición de sustancias químicas.

El rápido enfriamiento del pescado después de su muerte, así como su almacenamiento a baja temperatura antes de ser procesado, son determinantes en el proceso de descomposición del pescado y en consecuencia en la calidad del producto final. Temperaturas por debajo de los 4°C permiten retardar el deterioro enzimático y bacteriano. De esta manera, el uso de hielo u otro sistema de enfriamiento resulta un excelente método de preservación que permite mantener la materia prima fresca por mayor tiempo, tanto en los barcos como en los "pozos".

En cuanto a la preservación química, se han evaluado gran variedad de sustancias para preservar el pescado antes de su elaboración como ácido ascórbico, ácido benzoico, ácido acético, sal, sulfito de sodio, nitrito de sodio, formalina, etc. y se encontró que el nitrito de sodio y la formalina dan los mejores resultados. Las cantidades requeridas varían enormemente de acuerdo a la temperatura ambiente y al estado del pescado. Además, la concentración final que se halla en el producto no debe ser peligrosa para el uso que le será dado.

Nitrito de sodio. Resulta eficaz por su acción antimicrobiana y por su fácil destrucción térmica. Esta sustancia debe utilizarse bajo condiciones de estricto control, dejando sólo trazas en el producto final ya que pequeñas cantidades pueden reaccionar con productos resultantes de la alteración del propio pescado, dando lugar a la formación de nitrosaminas, que son muy tóxicas para los animales.

Se necesitan entre 1 y 1,5 Kg de nitrito de sodio por tonelada de pescado, para preservar el pescado por varios días, lo cual normalmente no es necesario. Esta sustancia se logra destruir casi en su totalidad durante las etapas de cocción y secado.

Formalina. Es una solución acuosa de formaldehído al 40%. Se utiliza en pequeñas cantidades, como preservante. Además, permite endurecer el pescado que se ha reblandecido por alteración facilitando de esta forma la separación del aceite en la etapa de prensado.

El uso de 1 a 4 lt de formalina al 20% por tonelada de pescado permite una buena preservación de éste por un período corto (una noche) a 15°C. Se debe tener en cuenta que un exceso de concentración puede hacer que el pescado esté demasiado duro para procesar y además podría reducir su valor nutritivo por combinarse con proteínas del pescado.

Se puede aumentar considerablemente el tiempo de preservación del pescado antes de ser procesado, utilizando una mezcla de formalina y nitrito de sodio.

Actualmente, se trata de evitar la utilización de aditivos químicos para preservar el pescado y aplicar métodos más naturales como el uso de frío y reducir al mínimo el tiempo de almacenamiento de materia prima en planta. En Chile, por ejemplo, la materia prima se clasifica de acuerdo a su grado de frescura medida según su contenido de NBV y según éste se deposita luego en pozos especiales enfriados desde donde pasa rápidamente a elaboración de harina, para obtener productos de mejor calidad

El proceso de elaboración de harina de pescado consiste básicamente en la separación de los tres componentes principales de la materia prima: agua, aceite y sólidos, lo más completamente posible, con el objeto de obtener un producto estable, concentrado en proteínas y con niveles de agua que no permitan el desarrollo microbiano. Existen varios métodos de elaboración o "reducción" posibles pero en este trabajo se presenta detalladamente el método más utilizado en el mundo, conocido como "prensado húmedo".

Este sistema se basa en una cocción y prensado de la materia prima y posterior secado y molido de la torta obtenida. Para ello se utilizan equipos especialmente diseñados, modificando ciertas variables del proceso de acuerdo a la materia prima utilizada a fin de optimizar el rendimiento y calidad del producto final.

El proceso productivo se inicia una vez que la planta ha recepcionado la materia prima, la cual ha sido transportada en contenedores desde el puerto u otras plantas, desde donde se pesa y se descarga en los pozos de almacenamiento para ser posteriormente procesada.

Una vez recepcionada se realizan los controles de laboratorio necesarios para conocer las condiciones en que se encuentra la materia prima, de modo de poder determinar su forma de almacenamiento, los parámetros operacionales del proceso y estimar su rendimiento. Generalmente se mide la composición (humedad, proteínas, grasa y cenizas), el grado de frescura según el contenido de NBV (Nitrógeno Básico

Volátil) Y la acidez libre de la materia prima. Es importante mantener la integridad de la materia prima en todo momento, tanto en el transporte y descarga como en el almacenamiento.

El agua que llega a los pozos y la sangre que se libera por ruptura del tejido del pescado forman la llamada "agua de sangre". Esta está compuesta por proteínas de la sangre en estado soluble y partículas de proteína y grasa en un medio líquido, que constituyen un excelente caldo de cultivo para el crecimiento bacteriano acelerado. Por esta razón recuperarla para adicionarla al proceso resulta poco seguro, ya que puede disminuir considerablemente la calidad del producto final. Por otro lado, eliminarla representa una pérdida, además de que contribuye a la contaminación del medio ambiente, por lo que será necesario tratarla previamente. En consecuencia, lo más conveniente resulta evitar la formación de gran cantidad de agua de sangre, conservando fresca la materia prima. Además, es recomendable medir periódicamente su NBV, para saber hasta cuándo vale la pena su recuperación sin perjudicar la calidad del producto final.

Las etapas del proceso de producción de harina de pescado a nivel industrial pueden verse en el siguiente diagrama de flujo.



Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de producción de harina de pescado. Fuente: [6].”

1. **Recepción de materia prima.** Los restos de pescado que provienen de las plantas procesadoras son analizados para medir su grado de frescura. Esto se puede saber por medio de la prueba de Nitrógeno Total Volátil (TVN). Con este índice se puede determinar el deterioro de las materias primas y discrimina calidades de producto final. Posteriormente, los restos son colocados en piletas de almacenamiento para ser procesados.
2. **Cocción y prensado.** En la cocción los restos de pescado son tratados con vapor indirecto para disminuir la actividad microbiológica y enzimática. En esta fase se obtiene como subproducto el aceite de pescado y otros residuos viscosos. Posteriormente, lo obtenido de la cocción se pasa al proceso de prensado, del cual se obtiene el licor de prensa (residuo líquido) y la torta que servirá para la obtención de harina.
3. **Prensado de torta sólida.** A la torta sólida obtenida en la etapa anterior, se le exprime de nuevo para eliminar agua. Queda un producto intermedio con un contenido de materia seca cercano al 50% en peso.
4. **Secado y molienda.** la torta seca es transportada hasta un molino de martillos, el cual la rompe y la muele antes de entrar al secador. Mientras menos tamaño de partícula y seca esté la harina será mejor su incorporación con otros ingredientes alimenticios.
5. **Enfriamiento.** Este paso es necesario pues la harina debe ser envasada en frío para prevenir oxidación de las grasas y absorción de humedad en el momento del empaclado. En esta etapa también se puede estabilizar el producto con antioxidantes.
6. **Empaque y almacenamiento.** La harina puede almacenarse en sacos o a granel. Los silos de almacenamiento son normalmente abiertos, pues permiten una adecuada ventilación del producto.
7. **Distribución y venta.** La industria de la harina de pescado utiliza con mayor frecuencia sacos de papel multicapa con revestimiento de polipropileno, pues este material protege de fugas, contaminación por hongos y el ataque de roedores. [6]

Por lo general, la harina de pescado sufre fácilmente oxidación de sus lípidos durante el almacenamiento y transporte. Este problema está relacionado directamente con su alto contenido de lípidos insaturados y se produce por una reacción exotérmica del aceite con el oxígeno de la atmósfera (por autoxidación). Si esta reacción no se detiene se produce sobrecalentamiento de la harina que hasta puede llegar a provocar "quemado de la harina".

Con la oxidación, la harina se oscurece, el aceite contenido en esta cambia sus características sensoriales y aumenta su acidez y adicionalmente, disminuye el valor nutritivo de la harina.

Para solucionar este problema será necesario, en primer lugar, lograr un buen prensado de la materia prima, que permita extraer la mayor cantidad de aceite posible, dejando menos del 10% en el producto final, que a su vez estará limitado por las condiciones que presente la materia prima.

Luego efectuar correctamente el proceso de secado de manera que la humedad final de la harina no sobrepase el 10 %, ya que valores superiores permiten el crecimiento de microorganismos y actividad enzimática que pueden generar, ya sobre el 12%, condiciones de calentamiento y combustión.

Finalmente, será necesario retardar la oxidación del producto hasta su consumo para lo cual, además del envasado en frío, se deberá adicionar antioxidantes y realizar un proceso de "curado" previa salida del producto al mercado, a fin de lograr una buena estabilidad de la harina durante su almacenamiento y transporte. Asimismo, la elección de un envase adecuado y el pelletizado ayudan a solucionar este problema.

Los antioxidantes son compuestos químicos que retardan la autoxidación. La cantidad requerida dependerá de la concentración de lípidos en la harina y de su grado de insaturación.

Generalmente se adicionan antes de la molienda a través de una tolva dosificadora automática, sin embargo, algunos fabricantes suelen agregarlos también antes de la cocción y/o antes de la etapa de secado para evitar la pérdida de componentes sensibles a los procesos térmicos, mejorando así la calidad nutricional del producto obtenido.

Los más utilizados en esta industria son: BHT (Butil hidroxil tolueno) y Etoxiquina. Comúnmente se utiliza entre 750 Y 1000 ppm de etoxiquina y se considera como criterio de seguridad, la presencia de un mínimo de 100 ppm de etoxiquina residual en la harina al momento de su embarque.

Se debe tener en cuenta que la concentración del antioxidante añadido decrece con el tiempo de almacenamiento y actúa como tal mientras está activo (entre 8 y 10 meses); por tanto, una vez que éste se agota la harina podría entrar en oxidación violenta, mayor que si no se hubiera usado antioxidante.

El curado de la harina consiste en dejar madurar la harina dentro de las bolsas un mínimo de 14 días, manteniendo una temperatura ambiente inferior a los 35°C y apilando las bolsas de tal forma que permitan su ventilación, para que se disipe el calor generado por oxidación.

Si el almacenamiento es a granel debe removerse de vez en cuando la harina y los montones no deben superar los 2 m. de altura. De esta forma la harina pierde reactividad y se mantiene estable, siempre que contenga también antioxidantes.

Almacenamiento

Las condiciones de almacenamiento de la harina deben ser estrictamente controladas, para que el producto no se dañe y se mantenga estable por un tiempo prudencial. Para esto, es necesario mantener una buena ventilación de la harina recién elaborada a fin de facilitar la oxidación inicial del aceite residual, la temperatura ambiente no debe superar los 35°C y se deben evitar los focos de humedad que faciliten la proliferación de hongos.

La harina de pescado se almacena y comercializa de las siguientes formas:

a) En bolsas: las bolsas pueden ser de papel, plásticas o de arpillera. Las más utilizadas son de 50 Kg., plásticas o de papel multicapas recubierto de polietileno, ya que ofrecen una buena protección a la contaminación microbiana y barrera a la penetración de oxígeno y vapor de agua de la atmósfera. La harina molida y envasada se apila en depósitos de almacenamiento con buena ventilación y una humedad y temperatura ambiente adecuada.

b) A granel: almacenada en silos especiales en forma de pellets o polvo. También puede almacenarse en bodegas o patios de almacenamiento, donde debe tenerse mucho cuidado con las condiciones de higiene, principalmente evitar las posibles infecciones por Salmonella.

c) En contenedores: de capacidad de 20 toneladas, donde se deposita la harina en bolsas o a granel mediante la utilización, en el interior del contenedor, de un recubrimiento plástico sellado que permite almacenada de esta forma.

Este sistema ha cobrado gran importancia en los últimos años debido a las ventajas que presenta en cuanto al transporte (en buques porta-contenedores) y facilidad de almacenamiento en puerto de la harina, permitiendo su estiba en forma rápida y directa sin dejar el producto expuesto a condiciones climáticas y a manipulación.

5.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA HARINA DE PESCADO.

Es un polvo fino con leve aroma a pescado y de color marrón.

Humedad: el rango de humedad de la harina de pescado debería de estar entre 4% y el 10% [6].



Figura 2. Harina de pescado. Fuente: [6].

5.3. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LA HARINA DE PESCADO

Las características más sobresalientes de la harina de pescado, aparte del olor "sui generis", son las escamas y los huesos.

Al igual que en las harinas de carne, si no se procede a una separación en fracciones con tetracloroetileno, es difícil distinguir las diferentes partículas que la componen. Las características más sobresalientes de la harina de pescado son los huesos, las escamas y el ojo.

Los huesos de pescado, presentes en la fracción pesada, siempre muestran evidencia de sus estructuras anatómicas, aún en las piezas más pequeñas. Muchas son cilíndricas y puntiagudas, mientras que otras muestran sus formas típicas y vertebrales. Presentan un color que va desde el blanco hasta un amarillento. Algunos fragmentos presentan una superficie lisa y de un perlado mate, mientras que otros pueden ser más transparente.

Las escamas (fracción pesada), aparecen como partículas laminares, de lustre perlífero, planas o relativamente curvadas, casi siempre transparentes con marcas concéntricas similares a los anillos de crecimiento encontrados en los árboles.

El cristalino ("ojo"), presente en la fracción ligera, aparece como perlas semitransparentes, casi esféricas, de superficie rugosa por la ruptura de las capas laminares que forma la lente. Puede encontrarse con facilidad entero o fragmentado en piezas que continúan conservando su forma más o menos esférica.

El tejido muscular, por su parte, aparece como partículas de superficie mate, amarillo-marrón y relativamente duras, aunque fáciles de romperse en fragmentos de fibras con unas pinzas. Estas fibras se encuentran como fragmentos cortos, relativamente planos, de superficie lisa y semitransparente.

5.4. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA HARINA DE PESCADO

El contenido nutricional de la harina depende de la especie del pescado y del proceso de fabricación. Así, la harina de arenque tiene un contenido mayor en proteína (72 vs 65%, como media) y menor en cenizas (10 vs 16-20%) que las harinas de origen sudamericano o las de pescado blanco [7], los pescados grasos como (*Sardinella longiceps*) también producen harinas con contenido nutricional rico en ácidos grasos libres y con características organolépticas aceptables. [8]

Si bien es cierto que el componente nutritivo más valioso de la harina de pescado es la proteína, también aporta cantidades elevadas de fósforo, selenio, zinc, cobre y hierro y vitaminas del grupo B (especialmente colina, biotina, riboflavina y B12). [7]

Una de las fracciones que varía bastante en la harina de pescado es la ceniza. Su contenido puede variar desde 11% hasta 22% dependiendo de si fueron pescados enteros o despojos los utilizados para su fabricación. Los despojos que se utilizan en la fabricación de harina de pescado son: cabeza, espina dorsal, aletas, pies y vísceras.

Otra fracción que varía es el contenido de extracto etéreo. Esta variación viene determinada por la clase de pescado. (Existen pescados grasos como el arenque, menhaden y las sardinas y pescados magros como la merluza, bacalao, etc.) y por el procesamiento que ha sufrido la harina de pescado (producto desengrasado o no). El contenido de EE varía 3,6 a 13,1%. Esta fracción es interesante considerarla por dos circunstancias, una, la posible rancidez con un elevado porcentaje de grasa y otra, la posible transferencia de sabor a pescado a la carne y a la leche producida por el animal alimentado con esta harina.

5.5. USO DE LA HARINA DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Como ingrediente de alimentos para aves, aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino, y animales acuáticos (camarón, pescado y otros), disminuyendo notablemente los costos de producción industrial de estos animales por su rápido crecimiento, su mejor nutrición, la mejora de la fertilidad y la notoria disminución de posibilidades de enfermedades

En bovino de leche

En vacas lecheras se puede utilizar hasta un 10% de harina de pescado. Puede ser recomendable el uso de la harina de anchoveta hasta un 10% en raciones para vacas lecheras. El sabor y aroma de la leche y mantequilla no son afectados ni aun por la dieta con 154% de harina de pescado

En Ovinos

En un experimento en corderos sustituyeron la harina de algodón en proporciones de 0, 2, 4, 8, y 12% aumentando la ganancia y la eficiencia alimenticia en los tratamientos de 2, 4, 8% de sustitución. En el tratamiento con 12% de harina de pescado se utilizó como fuente teórica de lisina, insoluble en el rumen. Los resultados indican que los corderos jóvenes responden positivamente al suplemento de la harina de pescado, y que solo el 2% proporciona la cantidad necesaria.

En Cerdos

La harina de pescado usada para suplementar el maíz es deficiente en triptófano, es necesario la adición de 0,13% de triptófano para que cerdos de 44kg de PV se comporten igual que los alimentados con soya.

Sin embargo, el uso de la harina de pescado en la alimentación de cerdos es para suplementar otras proteínas de origen vegetal y no como únicamente una fuente de proteína.

La adición de 4% de harinas de pescado a dietas con sorgo donde la principal fuente de proteína era la harina de algodón o harina de soya mejoraba el crecimiento de los cerdos. Pero no detectaron sabor a harina de pescado en la carne de los cerdos alimentados con la harina de pescado. Sin embargo, en dietas con mayor porcentaje de pescado es posible que este sabor sea transmitido a los animales alimentados con esas dietas y por ello es recomendable eliminar la harina de pescado del alimento 1 o 2 semanas antes del sacrificio.

En Aves

La harina de pescado es ampliamente utilizada en la alimentación de pollos como fuente de lisina y metionina. Se usa especialmente para suplementar otras fuentes de proteína vegetal. Los porcentajes de la harina de pescado en dietas para pollos varían entre 2 y 6%.

Dietas con alto contenido de pescado (24%) pueden producir perosis en pollo y reducir grandemente el crecimiento. La adición de colinas a esas raciones mejoraba el crecimiento, lo mismo sucedía con la adición de ácido fólico pero la perosis persistía y cuando se añadía a esas dietas altas en harina de pescado, colina, ácido fólico y manganeso se alcanzaba un peso óptimo y se eliminaba la perosis.

También es interesante señalar que la harina de pescado se utiliza en alimentos para perros, gatos peces, etc., ya que son especies carnívoras que requieren altos niveles de proteína a la par que una alta calidad de la misma dieta.

Ventajas de su Utilización

Aves

- Rápido crecimiento y mejor conversión del alimento, ocasionando un menor costo de producción.
- Incremento de la inmunidad y menor pérdida de crecimiento a causa de la presencia de enfermedades, incluyendo vacunas.
- Mejores resultados en caso de ausencia de medicación dietética rutinaria.
- Mejor desarrollo del sistema nervioso y la estructura ósea.
- Menores pérdidas debido al deterioro del esqueleto a causa de la sepsia, inflamación, celulitis, etc.
- Cambia la composición de grasas en carne con incorporación de bajos niveles de ácidos grasos omega 3 de cadena larga (DHA y EPA), siendo más efectivo que cualquier otro sustituto. Logra que la carne tenga mejor composición de ácido graso en cuanto a la relación omega 3: omega 6 y la presencia de DHA y EPA, sin comprometer la calidad de la carne.

Crianza de aves ponedoras

- Mayor productividad.
- Mejor resistencia a las enfermedades.
- Mejora la fertilidad, tanto de hembras como de machos.
- Mejora el valor nutricional de los huevos para el consumo humano a través de la acumulación de ácidos grasos omega 3, DHA y EPA.

Cerdos

- Rápido crecimiento, especialmente en cerdos recién destetados.
- Mejora la conversión del alimento.
- Mejor reacción alérgica en cerdos recién destetados, comparados con otras proteínas que no se encuentran en la leche.
- Incrementa la resistencia a las enfermedades, especialmente en cerdos alimentados con dietas sin medicación.
- Incrementa la fertilidad, nacen más cerdos.
- Incrementa la composición de la grasa en la carne; DHA y EPA depositado en la carne.

Rumiantes

- En los rumiantes, la harina de pescado proporciona proteína dietética y grasa que está sujeta a menor cambio en el rumen, a diferencia de otras materias primas. La proteína de alta calidad que evita la degradación del rumen, puede proporcionar aminoácidos limitantes para la digestión más allá del rumen, mejorando el equilibrio de los aminoácidos absorbidos en el intestino.
- La proteína degradada en el rumen mejora la digestión de la fibra. Como resultado se incrementa la productividad.
- Los ácidos grasos omega de cadena larga en la harina de pescado liberan parcialmente la hidrogenación en el rumen. Ellos contribuyen a la absorción de ácidos grasos. Se obtiene una mejora de la fertilidad, el desarrollo del embrión y del recién nacido, así como la resistencia a las enfermedades.

Vacas lecheras

- Mayor producción de leche, con un incremento promedio de 1 a 2 litros por día.
- Incrementa el contenido de la proteína en la leche, generalmente en 0.1 a 0.2% unidades.

- Altos niveles (1 kg. o más) pueden disminuir la grasa de la leche, lo cual es importante para las personas que cuidan su salud.
- Fertilidad. Se incrementa especialmente la tasa de concepción, generalmente de 10 a 15 % unidades.

Ganado vacuno

- Rápido crecimiento.
- Incrementa los niveles de ácidos grasos omega 3 (HDA +EPA) depositados en la carne. Aunque la carne de ganado alimentado con pasto tiene bajos niveles, otras carnes no la tienen. La alimentación con harina de pescado logra incrementar estos niveles.
- Mejor utilización de dietas de alto forraje.

Ovino

- Mejora la fertilidad.
- Rápido crecimiento del ovino.
- Bajos niveles de ácidos grasos omega 3 (DHA+EPA).
- Mejor utilización de las dietas de alto forraje.
- Puede adelgazar a las ovejas con sobrepeso.

5.6. DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CONSUMO HUMANO CON ALTO VALOR NUTRITIVO A PARTIR DE LA HARINA DE PESCADO

Debido a sus preciadas cualidades nutricionales, la harina de pescado ha sido utilizada para la fortificación de diversos productos alimenticios, tales como: pan de harina de trigo enriquecido en un 10% con proteína liofilizada de pescado [9], pan con harina de tilapia [10], pizza elaborada con harina de garbanzo y pescado [11], biscuits fortificados con concentrado de proteína de pescado [12] y hamburguesas [13] por mencionar algunos que se han desarrollado en Asia y Europa. También, los desechos de tilapia se han utilizado para fabricar harinas y pastas [14]

En la siguiente imagen pueden apreciarse hogazas de pan que fueron fortificadas con extracto de proteínas obtenidas del pescado. Esta investigación se realizó en Rumania [9], y se comprobó que las características nutricionales de los panes elaborados con proteína de pescado eran mejores que la de los panes que no tenían este extracto.



Figura 3. Características externas de pan elaborado con extracto de proteína de pescado. Fuente. [9]

A nivel regional, tanto el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP, sede en Guatemala), así como el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, El Salvador) han desarrollado productos derivados de la harina de pescado, por ejemplo: galletas, enchiladas, chips, pan baguette y champurradas, entre los más importantes. [15]

Precisamente, en el laboratorio de tecnología del CENTA, se obtuvo, a pequeña escala, harina de pescado a partir de la pepesca y el arenque. La cual sirvió para desarrollar los productos alimenticios que se mencionaron en el párrafo anterior.



Figura 4. Harina de pescado de pepesca producida en el CENTA. Fuente. [15]

En la siguiente imagen se puede ver unas enchiladas desarrolladas en el proyecto del CENTA. Las cuales fueron formuladas con un 4% en peso de harina de pescado mezclada con harina nixtamalizada.



Figura 5. Enchiladas de harina de pescado. Fuente. [15]

Como se mencionó anteriormente, también se formularon galletas nutritivas elaboradas con harina de trigo, leche, margarina, sazón completa y un 20.5% de harina de pescado. [15]



Figura 6. Galletas nutritivas a partir de harina de pescado. Fuente. [15]

Por su parte, el INCAP, fabricó harina de pescado, pero de una mezcla de arenque con sardina. La cual se utilizó para elaborar pan baguette y champurradas. Las características nutricionales de esta harina se presentan a continuación.

Tabla 1. Análisis nutricional de la harina de pescado obtenida en el INCAP.

Análisis	Porcentaje en peso
Proteína cruda	72.0 %
Cenizas	16.6 %
Grasa	7.0%
Humedad	4.4 %
Carbohidratos	0
Energía	351 kcal/ 100 g
pH	7.099

Fuente: [15]

Como puede observarse, la harina de pescado es rica en proteínas y utilizada en los porcentajes adecuados se pueden fabricar diversos productos alimenticios con ella, los cuales tienen un aporte nutricional bastante significativo. Tal y como consta en las conclusiones del informe «Desarrollo de Productos derivados de la pesca y acuicultura destinados al combate de la inseguridad alimentaria y nutricional». [15]

5.7. MARCO NORMATIVO

Como todo producto alimenticio para consumo humano, la harina de pescado tiene que cumplir con requisitos de calidad, los cuales están sustentados en diferentes normas y reglamentos técnicos.

Para empezar, la infraestructura y condiciones ambientales de los establecimientos en los que se realice el proceso de transformación de restos de pescado hasta obtener la harina de pescado tienen que cumplir con lo detallado en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales.

Harina de pescado de primera calidad: debe contener no menos de sesenta (60) por ciento de proteína, no más de diez (10) por ciento de humedad, no más de ocho (8) por ciento de grasa ni más del cinco (5) por ciento de cloruro de sodio. El tenor máximo de arena será del dos (2) por ciento.

Harina de pescado de segunda calidad: debe contener no menos del cuarenta (40) por ciento de proteínas, no más del diez (10) por ciento de humedad, no más del diez (10) por ciento de grasa, ni más del diez (10) por ciento de cloruros expresados en cloruro de sodio y como máximo el tres (3) por ciento de arena.

Buenas Prácticas de Manufactura, BPM.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), son los procedimientos necesarios para asegurar la elaboración de productos inocuos. Se encuentran descritas en el Reglamento Sanitario de los Alimentos, del Ministerio de Salud y Asistencia Social y por lo tanto son de cumplimiento obligatorio por todos los establecimientos que elaboran o procesan alimentos.

Se consideran estos cinco factores críticos para el cumplimiento de las BPM:

1. Autorización Sanitaria de funcionamiento.

El establecimiento debe poseer resolución sanitaria que autorice su funcionamiento. No constituyendo causal de incumplimiento el hecho de no presentar físicamente el documento al momento de la fiscalización.

2. Abastecimiento de agua potable.

El establecimiento debe disponer de agua potable proveniente de la red pública o de una fuente propia la cual debe contar con autorización de la autoridad sanitaria.

El abastecimiento de agua potable deberá proveer de abundante agua, a presión, y temperatura conveniente. Además, se debe verificar las condiciones estructurales y de higiene de las instalaciones de almacenamiento y distribución de esta.

3. Manejo de Residuos Sólidos.

Se debe verificar la existencia de un sistema eficaz y operativo de manejo de los residuos sólidos que impida su acumulación en las zonas de manipulación de alimentos, así como la contaminación de estos.

4. Disposición de Residuos Líquidos.

Se debe verificar la existencia de un sistema eficaz y operativo de evacuación de las aguas residuales.

5. Servicios Higiénicos de los Manipuladores.

Se debe verificar las condiciones estructurales, de higiene y operación de los servicios higiénicos de los manipuladores de alimentos, conforme la reglamentación vigente.

Se considera que un establecimiento cumple con las BPM, si cumple con los cinco factores críticos identificados anteriormente. Si se quieren conocer detalles más específicos de cada uno de estos aspectos puede consultarse el Anexo A, en el cual puede encontrarse la lista de chequeo de BPM para establecimientos contenida en el RTCA 67.01.33:06.

Requisitos microbiológicos.

Ningún alimento se puede considerar seguro para el consumo humano si no cumple con características microbiológicas específicas. A nivel nacional, el documento de referencia para estos requisitos microbiológicos es el RTCA 67.04.50:08. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. De acuerdo con el citado reglamento, la harina de pescado se encuentra en el grupo 9: pescados, derivados y productos marinos. Por lo tanto, los análisis microbiológicos que tiene que cumplir son los siguientes.

Tabla 2. Criterios microbiológicos para registro de productos alimenticios.

Parámetro.	Límite máximo permitido.
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP / g
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 ² UFC / g
<i>Salmonella ssp</i> / 25 g	Ausencia
<i>Listeria monocytogenes</i> / 25 g (productos cocidos)	Ausencia

Fuente: CONACYT. RTCA 67.04.50:08. Alimentos.

Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. p 18

Requisitos fisicoquímicos

De la misma forma, la harina de pescado tiene que cumplir con características fisicoquímicas mínimas de calidad. Es importante aclarar, que se tomará como referencia el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07. Harinas. Harina de trigo fortificada. Pues no existe una normativa oficial específica para la harina de pescado.

En dicho reglamento técnico se detalla que los requisitos de calidad mínimos para este producto alimenticio son los siguientes.

Tabla 3. Requisitos fisicoquímicos de conformidad para harinas.

Determinaciones	Limite
Humedad, en porcentaje máximo (m/m)	15.5 %
Proteínas (N x 5.7) en porcentaje mínimo en masa (m/m), en base seca	7.0%
Ceniza, en porcentaje máximo en masa (m/m)	1.0%
Acidez de grasa (100 g, base seca)	No se deben requerir más de 50 mg de hidróxido de potasio para neutralizar los ácidos grasos libres.
Tamaño de partícula	El tamaño de partículas debe ser tal que el 98% de la harina pase a través de un tamiz de 212 µm

Fuente: CONACYT. RTCA 67.01.15:07. Harinas. Harina de trigo fortificada.

Especificaciones. p 5 – 6.

Estas son las pruebas de control de calidad más importantes que tendría que cumplir la harina de cabeza de pescado. Sin embargo, se pueden realizar otras más, las cuales también se encuentran en los reglamentos que se han mencionado anteriormente.

5.8. HARINA DE PESCADO EN EL MERCADO LATINOAMERICANO

La contribución de Latinoamérica en cuanto a producción y comercialización de harina de pescado no es despreciable. Perú es el primer productor (Perú exportó 1,03 millones de toneladas en 2018) y Chile, el segundo a nivel mundial (227,700 toneladas exportadas en 2018).

Sin embargo, la comercialización de estos productos está en riesgo, porque las especies de las cuales se fabrica la harina o están protegidas o su captura está al borde de su límite natural. [16] En cuanto a importaciones, los países que han ocupado los primeros lugares en las pasadas décadas son: República Popular de China, Japón y Vietnam, llegando incluso a acaparar entre el 9% y 25% de la producción mundial de harina de pescado. [16]

A nivel regional, Panamá se destaca por exportar harina de pescado, en conjunto con otros productos, según se detalla en el informe Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe 2019, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), también se proyectaba un aumento del valor de las exportaciones panameñas de bienes de un 4.3%. [17]

De El Salvador, se puede decir que se reconocen 1,200 especies de fauna marina distribuidas en diferentes grupos. En el grupo de los peces marinos óseos hay 650 especies, en el grupo de los peces marinos cartilaginosos hay 40 especies, por mencionar algunos. Solamente 70 géneros o especies marinas son las que se reconocen para las actividades pesqueras. [18]

Cabe mencionar que, en cuanto a producción pesquera, el Golfo de Fonseca tiene una importancia relativa mucho mayor en la franja costera salvadoreña. Se estima que hay más de 9,000 pescadores individuales en este lugar. No está demás decir que, la fabricación de harina de residuos de pescado, en el pasado, era como un subproducto de la producción de aceite de pescado y una forma de aprovechar los excedentes y el pescado pequeño (de escaso valor comercial). Sin embargo, en la actualidad al reconocerse el valor nutricional de la harina de los residuos del pescado, se fueron creando industrias pesqueras cuyo objetivo principal es obtener harina. Dicho producto se obtiene a partir de pescado entero no comercial, en parte eviscerado, y de los residuos después de cortados los filetes. [18]

El Salvador, adquirió relevancia a nivel regional por el incremento de la industria de la acuicultura, debido a que comenzó las exportaciones de harina de pescado en el año 2004, por medio de la industria Calvo Conservas El Salvador, S.A. de C.V. efectuando exportaciones hacia Honduras, Chile y Taiwán. Los productos procesados de la pesca que más exporta El Salvador es el atún; sin embargo, existen otras especies que sirven para otros procesos industriales entre los que se encuentra la harina de pescado. Se prevé que para 2021, la producción mundial de harina de pescado será de un 15% más en comparación con el promedio de 2009-2012. [19]

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. METODOLOGÍA

Se considera una investigación teórica y retrospectiva; además de poseer un carácter exploratorio pues se realiza con el propósito de obtener datos fieles para que sirvan de base en estudios futuros.

6.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se consultaron bases de datos tales como el Repositorio Digital de Ciencia y Cultura de El Salvador REDICCES, Libhub, Google Academics, trabajos de investigación de centros de educación superior nacionales e internacionales, entre otros. Con relación a las patentes, se utilizaron Spacenet.com y Google Patentes, además se buscó información por medio de entrevistas con expertos en formulación de productos alimenticios innovadores en la industria y/o sector académico.

7. RESULTADOS

Tomando en cuenta las experiencias de bio fortificación de productos alimenticios con harina de pescado en otros países y en El Salvador y que, el objetivo principal de este estudio es generar propuestas de elaboración de alimentos de alto contenido nutricional que contengan harina de cabeza de pescado que puedan ser desarrolladas en el país. Es por ello, que se presentan las siguientes formulaciones prototipo para la fortificación de productos alimenticios.

De acuerdo con el informe “Análisis de la situación alimentaria en El Salvador” (2011), editado por el INCAP, la mayoría de los hogares salvadoreños consumen los siguientes alimentos: huevos, pollo, frijoles, arroz, tortilla de maíz, pan dulce, pan francés, azúcar y pupusas. A este patrón debe agregarse sal y aceite que aparentemente son usados por menos del 50% de los hogares. [20]

Tomando como base esa información, se proponen los siguientes alimentos de consumo popular para que puedan ser enriquecidos con harina de cabeza de pescado.

7.1. TORTILLA DE MAÍZ

El procedimiento y proporciones propuestas para la elaboración de una tortilla de maíz fortificada con harina de cabeza de pescado son los siguientes.

Tabla 4. Formula prototipo de tortilla de maíz fortificada con harina de pescado.

Ingrediente	Porcentaje p/p
Harina de maíz nixtamalizada	95 – 99%
Harina de cabeza de pescado	1 – 5%*
Agua potable	Cantidad suficiente hasta alcanzar la textura adecuada.

Elaboración propia.

*Experimentalmente, en otras investigaciones, se ha determinado que esta proporción no altera el sabor y olor del alimento.

El diagrama de flujo del proceso semi industrial de elaboración de tortilla de maíz fortificada con harina de cabeza de pescado es el siguiente:

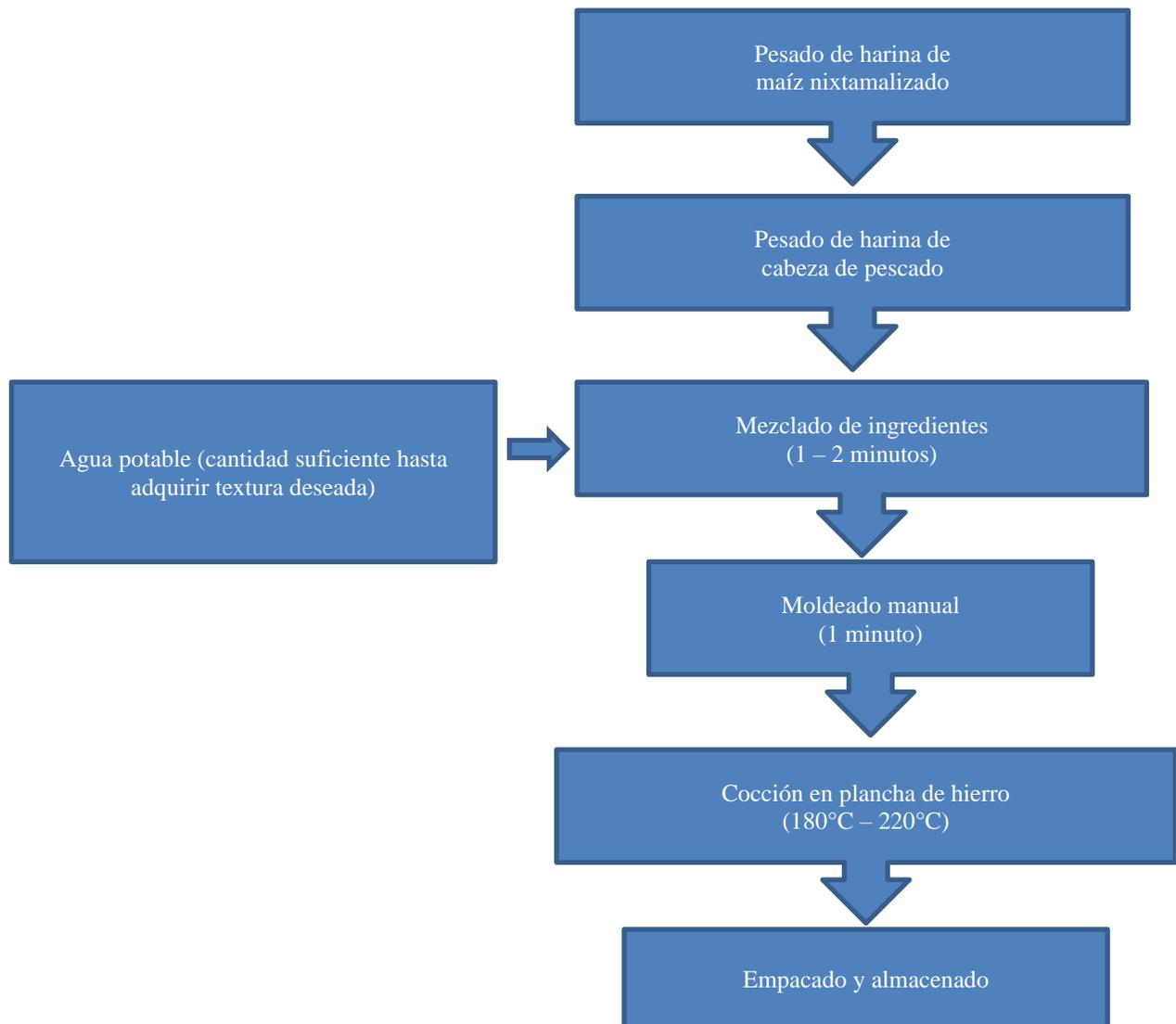


Figura 6. Diagrama de flujo de proceso semi industrial de elaboración de tortilla de maíz con harina de cabeza de pescado. [Elaboración propia]

7.2. PUPUSA DE FRIJOL

A continuación, se detalla el procedimiento y proporciones propuestas para la elaboración de una pupusa de frijol fortificada con harina de cabeza de pescado.

Tabla 5. Formula prototipo de tortilla de maíz fortificada con harina de pescado.

Ingrediente	Porcentaje p/p
Harina de maíz nixtamalizada	90 %
Harina de cabeza de pescado	1 – 5%*
Pasta de frijol molido y precocido	2 – 5%
Agua potable	Cantidad suficiente hasta alcanzar la textura adecuada.

Elaboración propia.

*Experimentalmente, en otras investigaciones, se ha determinado que esta proporción no altera el sabor y olor del alimento.

El diagrama de flujo del proceso semi industrial de elaboración de una pupusa de frijol fortificada con harina de cabeza de pescado es el siguiente.

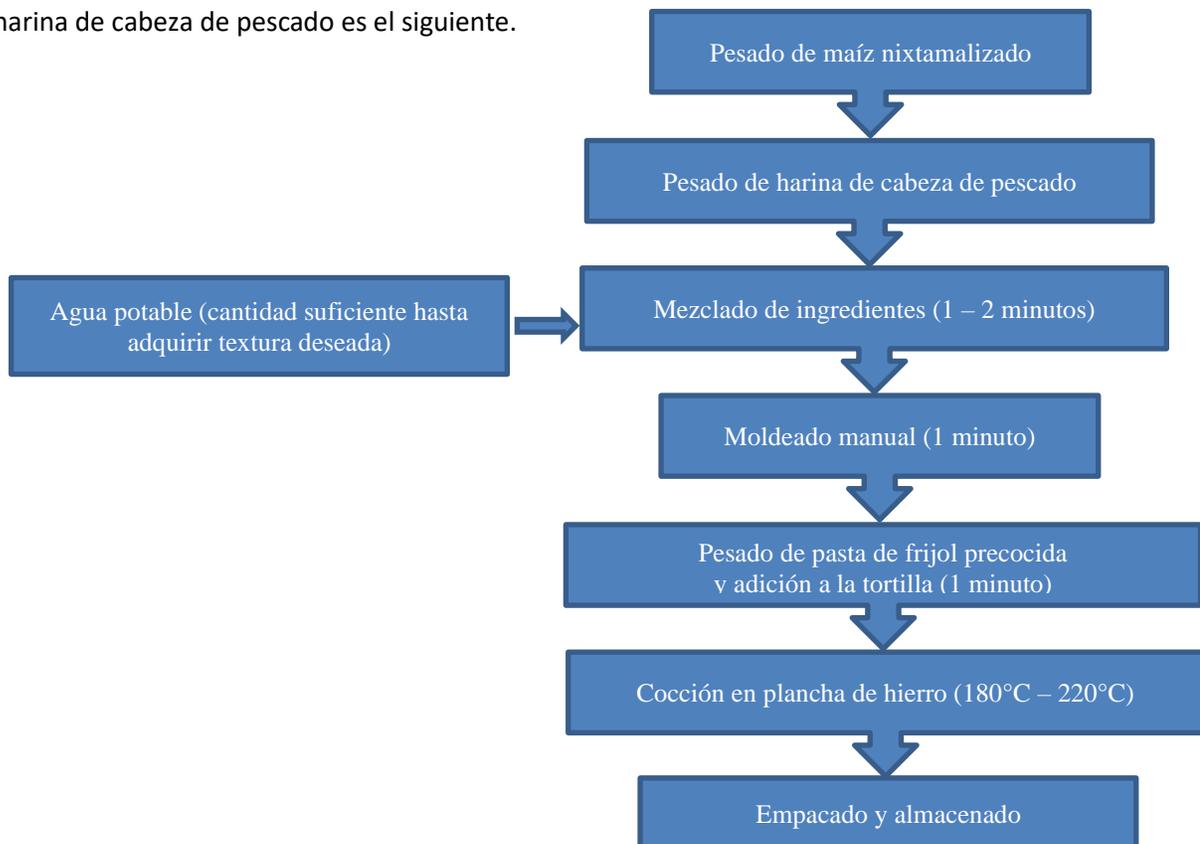


Figura 7. Diagrama de flujo de proceso semi – industrial de elaboración de pupusa de frijol con harina de cabeza de pescado. [Elaboración propia]

7.3. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD A PRODUCTOS TERMINADOS

Para garantizar la aceptación y la inocuidad de los productos a desarrollar, se recomienda que se realicen las siguientes pruebas de control de calidad.

7.3.1. PRUEBAS SENSORIALES

Para hacer este tipo de evaluación, cuyo objetivo es determinar el grado de aceptación de atributos como color, suavidad, sabor general y sabor residual de alimento, se recomienda que se realice con un mínimo de doce personas no entrenadas. Para ello, se emplea una escala hedónica de cinco puntos, donde el número 1 equivale a “me disgusta extremadamente”, 3 equivale a “ni me gusta/ni me disgusta” y el número 5 a “me gusta extremadamente” (Anexo B).

7.3.2. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

Por la información contenida en el RTCA 67.04.50:08 – alimentos - criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos, las tortillas y pupusas son clasificadas como alimentos del Grupo 17, alimentos listos para consumir. Por lo tanto, deben cumplir con los siguientes requerimientos microbiológicos.

Tabla 6. Requisitos microbiológicos para subgrupo de alimentos 17.3:

Tamales, tortillas y pupusas.

Parámetro	Límite máximo permitido.
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g
<i>Salmonella ssp / 25 g</i>	Ausencia

Fuente: CONACYT. RTCA 67.04.50:08. Alimentos.

Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. p 18

7.3.3. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

El análisis proximal comprende la determinación de los porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína en los alimentos. Se realiza con el fin de comprobar la composición de un alimento, especialmente cuando se quiere conocer su valor nutricional.

En la tabla siguiente se describen los procedimientos y fracciones que se determinan en cada prueba.

Tabla 7. Fracciones determinadas por análisis proximal.

Fracción	Procedimiento	Componentes
Humedad (materia seca)	Muestra se somete a calor a una temperatura cercana al punto de ebullición del agua, hasta que alcanza un peso constante. Pérdida de peso es igual al contenido de humedad.	Agua y algunos compuestos volátiles. %MS = 100 - %H ₂ O
Cenizas (materia mineral)	Incinerar la muestra a 500°C o 600°C por dos horas.	Elementos minerales.
Proteína bruta (N x 6.25)	Determinación de nitrógeno por el método Kjeldahl.	Proteínas, aminoácidos, nitrógeno no proteico.
Extracto etéreo (grasa bruta)	Extracción con éter dietil.	Grasas, aceites, ceras, resinas y pigmentos.
Fibra cruda.	Residuo que queda después de hervir la muestra en un ácido débil y un álcali débil.	Celulosa, hemicelulosa y lignina.
Extracto libre de nitrógeno.	Remanente: 100 menos la suma de las otras fracciones.	
Carbohidratos totales	Fibra cruda + extracto libre de nitrógeno.	Almidón, azúcares, alguna celulosa, hemicelulosa y lignina.

Fuente: Reyes, N y Mendieta, B (2000) "Determinación del valor nutritivo de los alimentos". p17.

7.3.4. VIDA DE ANAQUEL

Por último, si se proyecta masificar la producción de los alimentos fortificados con harina de cabeza de pescado propuestos en este estudio, es indispensable practicarle una serie de pruebas denominadas "vida de anaquel" y que no es más que el periodo de tiempo en el que un producto alimenticio conserva sus propiedades. Con esta información se puede determinar la fecha de caducidad del producto.

El procedimiento para determinar la vida de anaquel es el siguiente.

A las muestras empacadas se les coloca en anaquel bajo condiciones promedio de temperatura de 33 a 35°C y humedad relativa de 60-65%. Luego, deben ser sometidas a observación visual y destrucción mensual de muestras elaboradas para realizar análisis fisicoquímico y microbiológico. Los productos deberían ser observados por un periodo de seis meses.

8. CONCLUSIONES

La elaboración de productos de consumo humano a partir de harina de cabeza pescado es un excelente método de aprovechamiento de especies que no pueden ser utilizadas para consumo humano directo, así como de residuos provenientes de industrias pesqueras. Por esta razón, podríamos decir que constituye un excelente método de tratamiento de residuos de fábricas de fileteado y conservas.

Cabe destacar que el uso de residuos de pescado como materia prima, conduce a obtener un producto de bajo "contenido proteico" y alto en cenizas que muchas veces lo hace desfavorable para alimentación de peces, por posibles problemas de contaminación de aguas de circulación restringida. Sin embargo, la "calidad proteica" de estas harinas puede ser muy buena y comparable con la obtenida a partir de especies enteras.

Las claves para obtener una harina de alta calidad podrían resumirse en partir de una materia prima fresca, realizar un prensado controlado para mayor separación de grasa, secado a baja temperatura, incorporación constante de solubles concentrados, envasado a baja temperatura y almacenamiento en envase sellado con antioxidantes.

Respecto a la utilización actual de harina de pescado, su aplicación es casi exclusivamente para formulación de raciones animales, donde resulta de gran importancia principalmente por su aporte de proteínas de alta calidad, vitaminas del complejo B, calcio y fósforo. Además, resulta interesante destacar los beneficios proporcionados por el aporte de ácidos grasos poliinsaturados, de cadena larga, omega 3, característicos del pescado, que proporcionan beneficios relacionados con una mejor fertilidad, resistencia a enfermedades y mejor valor nutritivo de las carnes y huevos para consumo humano.

Es factible utilizar subproductos de la pesca en nuestro país, en términos técnicos, puesto que, incluso de forma artesanal se les puede dar tratamientos físicos y térmicos a las cabezas de pescado para su transformación en harina.

Las harinas de subproductos de la acuicultura tienen excelentes características nutricionales (son altas en proteína) y menor cantidad en cenizas [7], los pescados grasos como (*Sardinella longiceps*) también

producen harinas con contenido nutricional rico en ácidos grasos libres y con características organolépticas aceptables. [8]

Las harinas de subproductos de la acuicultura pueden ser integradas exitosamente a alimentos para consumo humano, y usadas en las proporciones adecuadas no causan interferencias en las propiedades sensoriales de los productos formulados.

Si se cumplen las buenas prácticas de manufactura en todo el proceso productivo de la harina, se puede obtener un producto terminado que cumpla con los requerimientos microbiológicos exigidos en normativas nacionales.

9. RECOMENDACIONES

Si los productos alimenticios fortificados con harina de cabeza de pescado llegan a producirse a gran escala se hacen las siguientes recomendaciones.

1. Incorporar la etapa de escaldado como tratamiento térmico de las cabezas de pescado, puesto que está comprobado que ayuda a reducir la carga microbiana del producto terminado.
2. Realizar un estudio de vida de anaquel para conocer la fecha de vencimiento de los productos formulados.
3. Elaborar la etiqueta nutricional de los productos para que el consumidor pueda estar informado de las bondades de los alimentos que va a adquirir.

10. GLOSARIO

Análisis sensorial. El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima.

Criterio microbiológico de inocuidad. Define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote y es aplicable a productos comercializados.

Harina. Polvo que resulta de la molienda del trigo o de otras semillas.

Harina de maíz nixtamalizado. El producto deshidratado que se obtiene de la molienda de los granos de maíz (*Zea mays*) sometido a cocción parcial con agua en presencia de hidróxido de calcio.

Fortificación. Se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes

Inocuidad de los alimentos. Es la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

Macronutriente. En nutrición, los macronutrientes son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo. Los principales son carbohidratos, proteínas, y grasos o lípidos.

Micronutriente. Sustancias que el organismo de los seres vivos necesita en pequeñas dosis. Son sustancias indispensables para los diferentes procesos metabólicos de los organismos vivos y sin ellos podrían morir. Desempeñan importantes funciones catalizadoras en el metabolismo como cofactores enzimáticos, al formar parte de la estructura de numerosas enzimas (grupos prostéticos) o al acompañarlas (coenzimas). En los animales engloba las vitaminas y minerales y estos últimos se dividen en minerales y oligoelementos. Estos últimos se necesitan en una dosis aún menor.

Mineral. Los minerales son sustancias inorgánicas distribuidas ampliamente por la naturaleza y presentes también en los alimentos. Son componentes esenciales para el ser humano, el organismo no los puede sintetizar a partir de otros compuestos. Se encuentran en el cuerpo formando parte de diversas estructuras como dientes, huesos, sangre, etcétera.

Los minerales que se consideran esenciales en nutrición suman un total de 26. Entre ellos: calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, hierro, cinc, yodo, cobre, manganeso y flúor.

Pruebas hedónicas. En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (liking) que le produce un producto, utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas, debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso.

Pupusa. Es el producto elaborado a base de harina de maíz nixtamalizado, o maíz nixtamalizado, o harina de arroz; con relleno de ingredientes como chicharrón, queso, frijoles, ayote, chile jalapeño, loroco, entre otros; formando así una tortilla rellena, la cual puede ser comercializada cruda o parcialmente cocida, y con o sin la adición de otros ingredientes y aditivos alimentarios y además con una relación entre el 35% a 45% de relleno en masa.

Residuo: materia inservible que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura.

CENDEPESCA: Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura.

CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal Enrique Álvarez Córdova.

INCAP: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá

NMP: Número más probable.

UFC: Unidades formadoras de colonias.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Educación de El Salvador (MINED) y Ministerio de Salud de El Salvador (MINSAL), IV Censo Nacional de Talla y I Censo Nacional de Peso en Escolares de Primer Grado de El Salvador, 2016.
- [2] Ministerio de Educación de El Salvador (MINED), «III Censo Nacional de Talla de Niñas y Niños de Primer Grado de El Salvador.,» 2007.
- [3] K. Jeyasanta, V. Aiyamperumal y J. Patterson, «Utilization of trash fishes as edible fish powder and its quality characteristics and consumer acceptance,» *World Journal of Dairy & Food Sciences*, vol. 8, pp. 1-10, 2013.
- [4] P. Oduor-Odote y J. Kazungu, «The body composition of low value fish and their preparation into a higher value snack food,» *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, vol. 7, n° 1, 2008.
- [5] C. Grau de Marín, H. Marval y A. Zerpa de Marcano, «Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal.,» *INIA Divulga*, n° 10, pp. 1-3, 2007.
- [6] L. Mónico y M. Roque, «Consultoría sobre la comercialización de harina de pescado, para el mercado nacional para la Asociación Cooperativa de Producción Pesquera y Servicios Múltiples Bocana Lempa Jaltepeque de R.L, de la microrregión La Pita, municipio de Tecoluca, departamen,» 2015.
- [7] Fundación FEDNA, «Fundación FEDNA,» Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal., [En línea]. Available: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-pescado-70913. [Último acceso: 6 febrero 2020].
- [8] S. R. X. K. M. N. B. B. & B. A. K. Senapati, «Quality Evaluation of Edible Fish Flour Prepared from Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*),» *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 41, n° 3, 2017.
- [9] F. B. R. M. & A. P. Cercel, «Nutritional effects of added fish proteins in wheat flour bread.,» *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 10, pp. 244 - 249, 2016.
- [10] R. Adeleke y J. Odedeji, «Acceptability studies on bread fortified with tilapia fish flour,» *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 9, n° 6, pp. 531-534, 2010.
- [11] H. El-Betagi, N. El-Senousi, Z. Ali y A. Omran, «The impact of using chickpea flour and dried carp fish powder on pizza quality,» *PloS one*, vol. 12, n° 9, 2017.
- [12] G. Mohamed, A. Sulieman, N. Soliman y S. Bassiuny, «). Fortification of biscuits with fish protein concentrate,» *World J Dairy Food Sci*, vol. 9, n° 2, pp. 242-249, 2014.
- [13] A. Conte, M. Mastromatteo, F. Cozzolino, L. Lecce y M. Del Nobile, «Recipe optimization to produce functional food based on meat and fish,» *J Nutr Food Sci S*, vol. 4, n° 2, 2011.
- [14] M. L. G. M. E. T. D. R. C. V. S. M. Y. S. J. M. S. S. .. & C.-J. C. A. Monteiro, «Physicochemical and sensory characteristics of pasta enriched with fish (*Oreochromis niloticus*) waste flour,» *LWT - Food Science and Technology*, vol. 111, pp. 751-758, 2019.

- [15] Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA), «Desarrollo de Productos derivados de la pesca y acuicultura destinados al combate de la inseguridad alimentaria y nutricional,» San Salvador, 2013.
- [16] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), «GLOBEFISH - Información e Análisis Comercial en Pesquerías,» 25 junio 2019. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/in-action/globefish/marketreports/resource-detail/es/c/1242187/>. [Último acceso: 9 febrero 2020].
- [17] Agencia de Noticias Panamá, «Panamá expandirá su comercio exterior, mientras en el resto de América Latina cae en un 2%,» 1 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.americaeconomia.com/economia-mercados/comercio/panama-expandira-su-comercio-exterior-mientras-en-el-resto-de-america>.
- [18] M. E. S. G. Ayala Escalante y D. Jovel Pérez, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO DE UN MODELO DE PLANTA PROCESADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS PESQUEROS APROVECHABLES GENERADOS EN EL SALVADOR,» Universidad de El Salvador, San Salvador, 2004.
- [19] L. Mónico y M. Roque, «Consultoría sobre la comercialización de harina de pescado, para el mercado nacional para la asociación cooperativa de producción pesquera y servicios múltiples Bocana-Lempa-Jaltepeque de R.L., de la Microrregión La Pita, municipio de Tecoluca, departame,» San Salvador, 2015.
- [20] M. Menchú y H. Mendez, «Análisis de la situación alimentaria en El Salvador,» Guatemala, 2011.

12.ANEXOS

12.1. ANEXO A. LISTA DE CHEQUEO DE BPM

Esta lista de chequeo puede ser encontrada en el anexo del RTCA 67.01.33:06. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales.

1. IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO		
Nombre del Establecimiento:		
Dirección		Comuna
Teléfono	Fax	Correo electrónico:
*Autorización Sanitaria Nº		de fecha
Fin Autorizado (Giro/s):		
Producción Promedio Mensual:		
Categoría Industrial (según nivel de ventas UF/año del establecimiento, conforme los antecedentes proporcionados por la empresa)		
Grande <input type="checkbox"/> (mayor a 100.000 UF/año)		
Mediana <input type="checkbox"/> (entre 25.000 y 99.999 UF/año)		
Pequeña <input type="checkbox"/> (entre 2.400 y 24.999 UF/año)		
Destino de la Producción: Regional <input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Exportación <input type="checkbox"/>		

Indicar en la tabla adjunta, de acuerdo al parámetro evaluado:

- PUNTAJE (PTJE):** **2** : Se da cumplimiento total al parámetro
1 : Se da cumplimiento parcial o con observaciones al parámetro
0 : No se cumple el parámetro
NA: El parámetro evaluado no es aplicable en el establecimiento

OBSERVACIONES: Auto explicativo

2. INSTALACIONES			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
1	Los pisos y paredes se encuentran en buen estado de conservación, son de materiales impermeables, lisos, no absorbentes, lavables y atóxicos.		
2	Los cielos y estructuras elevadas se encuentran en buen estado de conservación, de manera de reducir al mínimo la acumulación de suciedad y de condensación, así como el desprendimiento de partículas.		
3	Las ventanas y otras aberturas se encuentran en buen estado, de modo de reducir al mínimo la acumulación de suciedad y en caso necesario cuentan con malla contra insectos en buen estado de conservación.		

	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
4	Todas las demás estructuras auxiliares están situadas de manera que no son causa de contaminación y en buen estado de conservación.		
5	Las superficies de trabajo y los equipos que entran en contacto directo con los alimentos se encuentran en buen estado de conservación.		
6*	Los sistemas de evacuación de aguas residuales se encuentran en buen estado de funcionamiento.		
7	Acredita registros de las mantenciones preventivas de las instalaciones, equipos y utensilios.		
8*	Abastecimiento de agua potable. <input type="checkbox"/> De red pública. <input type="checkbox"/> Pozo particular (con sistema de potabilización, con autorización sanitaria y acreditando controles de cloro libre residual).		
9*	El sistema de distribución de agua y en caso de existir almacenamiento, cuenta(n) con instalaciones diseñadas y mantenidas de manera de prevenir la contaminación.		
10*	Los vestuarios y servicios higiénicos del personal se encuentran sin conexión directa con las zonas de preparación de alimentos y en condiciones de higiene y operación. (Art. 32)		
11	Existe ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, la condensación de vapor de agua y la acumulación de polvo y para eliminar el aire contaminado.		
12	La iluminación es adecuada.		
13	Los equipos de iluminación suspendidos sobre el material alimentario están protegidos para evitar la contaminación de alimento en caso de rotura.		
14	Existe un lugar independiente de las zonas de elaboración o almacenamiento de alimentos, destinado a la disposición de desechos y materiales no comestibles. (Ej. Detergentes, sanitizantes, alimentos de descarte).		
15*	Se adoptan las medidas necesarias para la disposición adecuada y retiro oportuno de los desechos, de manera que no se acumulen en las zonas de manipulación de alimentos, ni constituyan focos de contaminación.		
16	Los equipos de frío cuentan con sistema de control de temperatura y sus correspondientes registros.		

* Factores Críticos

3. LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
17	Existe un programa escrito de limpieza y sanitización (preoperacional y operacional).		
18	Los registros generados son coherentes con lo especificado en el programa.		
19	Se adoptan las medidas necesarias para evitar la contaminación de los equipos después de limpiarse y desinfectarse.		
20	Los productos químicos que puedan representar un riesgo para la salud se mantienen separados de las áreas de manipulación de alimentos.		

4. CONTROL DE PLAGAS			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
21	Existe un programa escrito de control de plagas y cuenta con los registros correspondientes.		
22	Los desechos se disponen de forma de impedir el acceso y proliferación de plagas.		
23	La empresa a cargo del programa de aplicación de agentes químicos o biológicos para el control de plagas cuenta con Autorización sanitaria.		

5. HIGIENE DEL PERSONAL			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
24	Existe un programa de higiene del personal y sus registros correspondientes.		
25	Se adoptan las medidas necesarias para evitar que el personal enfermo o que se sospeche que padece de una enfermedad que pueda transmitirse por los alimentos trabaje en las zonas de manipulación alimentos.		
26	Los manipuladores mantienen adecuada limpieza personal y ropa acorde a sus funciones.		

6. CAPACITACIÓN			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
27	Existe un programa escrito y con sus registros correspondientes de capacitación del personal en materia de manipulación higiénica de los alimentos e higiene personal.		
28	Existe un programa escrito de capacitación del personal de aseo en técnicas de limpieza y sus registros correspondientes.		

7. MATERIAS PRIMAS			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
29	Las materias primas utilizadas provienen de establecimientos autorizados y debidamente rotuladas y/o identificadas.		
30	El hielo, utilizado para la elaboración de los alimentos o que tome contacto con ellos se fabrica con agua potable, se trata, manipula, almacena y utiliza protegiéndolo de la contaminación.		
31	Existen registros de controles de las materias primas (características organolépticas, temperatura, condiciones de envase, etc.).		
32	Se cuenta con las especificaciones escritas para cada materia prima. (condiciones de almacenamiento, duración, uso, etc.		
33	Las materias primas se almacenan en condiciones que evitan su deterioro y contaminación (envases, temperatura, humedad, etc.).		

8. PROCESOS Y PRODUCTOS TERMINADOS			
	PARÁMETRO	PTJE	OBSERVACIONES
34	El flujo del personal, vehículos y de materias primas en las distintas etapas del proceso, es ordenado y conocido por todos los que participan en la elaboración, para evitar contaminación cruzada.		
35	Se cuenta con procedimientos escritos de los procesos (Formulación del producto, flujos de operación, procesos productivos).		
36	Los productos se almacenan en condiciones que eviten su deterioro y contaminación (envases, temperatura, humedad, etc.).		
37	La distribución de los productos terminados se realiza en vehículos autorizados, limpios y en buen estado.		
38	Para envasar los productos se utilizan materiales adecuadas, los cuales son mantenidos en condiciones que eviten su contaminación.		
39	Los productos se etiquetan de acuerdo a las exigencias reglamentarias.		

PUNTAJE OBTENIDO (PO): _____/

PUNTAJE MAXIMO APLICABLE AL ESTABLECIMIENTO (PM) : _____/

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO:

$PO / PM \times 100$

RESULTADO DE LA AUDITORIA

<u>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</u>	
-----------------------------------	--

Nombre y Firma del auditor

Fecha de la Auditoria

12.2. ANEXO B. FORMATO PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

HOJA DE EVALUACIÓN

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Instrucciones: Marque con la X el cuadro adecuado según su evaluación de las muestras No_____.

Para Apariencia, Textura, Sabor. En la escala 1 significa me disgusta extremadamente, en la escala 3 ni le disgusta/ni le gusta, y 5 para me gusta extremadamente.

	Aceptación				
Apariencia	1	2	3	4	5
Color					
Textura					
Suavidad					
Sabor					
Sabor general					
Sabor residual					

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700