



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TÍTULO:

**INFLUENCIA DE LA DISMINUCIÓN DEL CONTENIDO DE
GRASA EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE LA HARINA
DE PESCADO INDUSTRIAL.**

AUTOR:

Segovia Yllescas Mario Luis

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario con mención en gestión empresarial.**

TUTOR:

Velásquez Rivera, Jorge Ruperto

Guayaquil, Ecuador

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Mario Luis Segovia Yllescas**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario con mención en Gestión Empresarial**.

TUTOR

Ing. Jorge Velázquez Rivera, M.Sc

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, M.Sc

Guayaquil, a los 17 días del mes de Marzo del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Mario Luis Segovia Yllescas**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Influencia de la disminución del contenido de grasa en la calidad bromatológica de la harina de pescado industrial** previa a la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario con mención en gestión empresarial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Marzo del año 2015

EL AUTOR

Mario Luis Segovia Yllescas



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Mario Luis Segovia Yllescas**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Influencia de la disminución del contenido de grasa en la calidad bromatológica de la harina de pescado industrial**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de Marzo del año 2015

EL AUTOR:

Mario Luis Segovia Yllescas.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido en el desarrollo de este trabajo de titulación que ha requerido mucho esfuerzo y dedicación pero que al mismo tiempo me ha enriquecido con conocimientos nuevos adquiridos en dicho trabajo.

Quiero agradecer en primer lugar al Señor Jesús por darme la fortaleza de luchar y seguir adelante con este proyecto.

A una importante industria pesquera por ayudarme a cumplir la obtención de mi trabajo de titulación.

Al los ingenieros Ricardo Guamán Jiménez y Jorge Velásquez Rivera por ser los guías de este trabajo.

En manera especial al ingeniero Oswaldo Jara Jefe de calidad de una importante empresa junto con sus colaboradores por compartir sus extensos conocimientos en la materia que sirvió para cristalizar mi trabajo de titulación.

Mario Segovia Yllescas

DEDICATORIA

Al Señor Jesús por darme las fuerzas para culminar con éxito este trabajo de titulación sin la ayuda de él no hubiese conseguido nada.

A mi Señora madre por el doble esfuerzo durante toda una vida para sacarme adelante y enseñarme el valor de luchar.

A mi hijo Joaquín que es la motivación más grande que mi Señor Jesús me ha regalado.

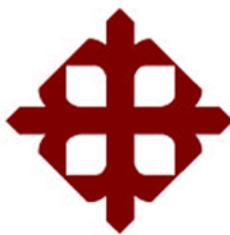
A mi abuela Gloria y mis tíos que siempre colaboraron conmigo en este duro camino.

A mi madrina y Pastora Violeta de Tomalá por su apoyo incondicional en mis estudios, estaré agradecido toda una vida con ella.

Al ingeniero Pedro Tomalá por darme permiso en las horas de trabajo.

En especial quiero agradecer a la Universidad Católica por haberme formado profesionalmente y a mis profesores por enseñarme a aprender lo mejor de sus experiencias.

Mario Segovia Yllescas



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Jorge Velázquez Rivera, M.Sc

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
Justificación	2
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivos Específicos	3
HIPÓTESIS	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Descripción de la Harina de Pescado	4
2.1.1 Alimento	7
2.1.2 Alimentos ricos en proteínas de origen animal	7
2.1.3 Composición de la harina de pescado	9
2.2 Características Nutricionales	9
2.3 Características de la Harina de Pescado	10
2.3.1 Composición	10
2.3.2 Características Microscópicas	10
2.3.3 Requisitos bromatológicos de la harina de pescado.	11
2.3.4 Tipos de harina de pescado.	12
2.5 Competidores de la harina de pescado.	12
2.6 Plantas harineras registradas y aprobadas.	13
2.7 Requisitos para exportación de la harina de pescado (China).....	13
2.8 Mercados donde la harina de pescado no puede ser reemplazada.....	14
2.9 Evolución de los Mercados.	14
2.10 Sistemas de calidad.	16
2.10.1 Proceso de obtención de harina de pescado.	17

2.10.2	Análisis de la materia prima.	19
2.10.3	Recepción de materia prima.	20
2.10.4	Almacenamiento en pozas de la materia prima.	21
2.10.5	Operación de cocción.	22
2.10.6	Operación de extrusión o prensado.	23
2.10.7	Operación de centrifugación.	23
2.10.8	Operación de evaporación.	23
2.10.9	Operación de secado.	24
2.11	Operación de molienda.	24
2.12	Dosificación del antioxidante.	24
2.12.1	Ensaque.	25
2.12.2	Rendimiento.	25
2.12.3	Almacenamiento.	25
2.12.4	Rotulación de sacos.	26
2.13	Codificación de lotes.	26
2.14	Sistemas de gestión de calidad.	27
2.15	Despacho para exportación.	28
2.16	Principales exportadores de harina de pescado industrial.	28
2.17	Principales mercados de la harina de pescado industrial.	29
2.18	Costo del reproceso de harina de pescado.	30
3.-	MARCO OPERACIONAL	31
3.1.	Ubicación Geográfica.	31
3.2	Características climáticas.	31
3.3	Materiales.	31
3.3.1	Sustancias químicas de laboratorio.	31
3.3.2	Maquinarias.	32
3.3.3.	Laboratorio	32
3.4	Tratamientos estudiados.	33
3.5	Diseño experimental.	33
3.6	Análisis de varianza.	33
3.7	Análisis funcional.	34
3.8	Delineamiento experimental.	34

3.9 Manejo del experimento.	34
3.9.1 Análisis de grasa por extracción de éter.....	35
3.9.2 Análisis para determinar proteína.....	37
3.9.3 Análisis para determinar ceniza.....	38
3.9.4 Análisis para determinar humedad.....	39
4. RESULTADOS	41
4.1. Establecer procedimientos para disminuir el porcentaje de grasa de la harina de pescado industrial.	41
4.2 Obtener lotes de harina de pescado industrial con un máximo del 10 % de grasa, que permitan el incremento del precio del producto en el mercado internacional.....	41
4.3 Evaluación de los parámetros de calidad bromatológica de la harina de pescado industrial bajo en grasa	42
4.3.1 Análisis de varianza del porcentaje de grasa.	43
4.3.2 Análisis de varianza del porcentaje de humedad.....	44
4.3.3 Análisis de varianza del porcentaje de proteína.....	45
4.3.4 Análisis de varianza del porcentaje de ceniza.....	46
4.4 Implementación de controles para la optimización del proceso de obtención de harina de pescado industrial bajo en grasa.	47
5. DISCUSIÓN	48
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de harina de pescado según dietas	4
Tabla 2. Composición de la harina de pescado	10
Tabla 3. Requisitos bromatológicos de la harina de pescado.....	11
Tabla 4. Tipos de harina según su porcentaje de proteínas, ppm de histamina y mg/gr ..	12
Tabla 5. Principales plantas harineras registradas y aprobadas por el INP	13
Tabla 6. Requisitos para exportación de harina a China	13
Tabla 7. Formato de codificación de lotes de harina de pescado	27
Tabla 8. Principales exportadores de harina de pescado de enero a diciembre 2014	28
Tabla 9. Principales mercados de la harina de pescado enero a diciembre 2014	29
Tabla 10. Costo del reproceso de la harina de pescado.....	30
Tabla 11. Análisis bromatológicos de la harina de pescado según tratamientos	42
Tabla 12. Andeva de los valores de grasa	43
Tabla 13. Andeva de los valores de humedad	44
Tabla 14. Andeva de los valores de proteína	45
Tabla 15. Andeva de los valores de ceniza.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Líneas de tendencia de deterioro de la materia prima.....	21
Gráfico 2. Gráfico de barras de los principales exportadores de harina de pescado.....	29
Gráfico 3. Gráfico de barras de los principales mercados de harina de pescado.....	30

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó los porcentajes de proteína, humedad, ceniza y grasa de la harina de pescado industrial, obtenida del procesamiento de las especies (*Scomber japonicus*) y (*Auxis spp.*) a tres temperaturas de cocción (85, 90 y 95 grados centígrados) y con tres amperajes de la prensa (75, 115 y 150 amperes).

El objetivo principal fue determinar cómo influye la disminución del contenido de grasa en la calidad de la harina de pescado industrial, realizando una investigación de laboratorio en una empresa pesquera, aplicando una metodología de control en la etapa del prensado, específicamente en la torta de prensa, realizando el respectivo análisis de grasa cada hora para determinar la eficiencia de la cocción y fundamentalmente del prensado; cabe destacar que con este protocolo se llegó a obtener harina de pescado industrial con contenidos de grasa menores al 10 %.

El tratamiento recomendado para operar la cocción y prensado fue T3= 98 °C-150A en el que estadísticamente existió una variación significativa en los resultados del porcentaje de grasa siendo el valor del T3= 7.975 %; en la cual se consiguió un porcentaje de 71.825 % de proteína en la harina de pescado.

Palabras Claves: Harina de Pescado, Cocción, Prensado, Procesos, Temperatura, Eficiencia.

ABSTRACT

The present study evaluated the percentages of protein, moisture, ash and grease of fishmeal industry, obtained from the processing of the species (*Scomber japonicus*) and (*Auxis spp.*) Three cooking (85, 90 and 150 degrees Celsius) temperatures and amperage press three (75,115 and 150 A).

The main objective was to determine the fat content decreased influence the quality of industrial fish meal, conducting of laboratory research in a fishing company applying a methodology of control in the phase of pressing, specifically the press cake, performing the respective analysis of fat every hour to determinate the efficiency of cooking and pressing; note that this protocol was researched to obtain fish meal industry with less than 10 % fat content.

The recommended treatment to operate the cooking and pressing was T3= 98 °C-150 A which existed statistically significant variation in the results of the percentage off at being the value of the T3= 7.975 %; in which got 71.825 % of protein in fish meal.

Keywords: Fish meal, Boiling, Pressing, Processes, Temperature, Efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la harina de pescado se inició en Europa y EEUU a principios del último siglo usando especies de poco valor comercial, desechos de la industria conservera o de las plantas de fileteo. El objeto principal era producir aceite y el desecho rico en proteínas, se utilizaba como fertilizante, sin embargo la utilización de los subproductos del pescado para la alimentación animal no es idea nueva pues en los viajes de Marco Polo a principios del siglo XIV ya se mencionaba la harina de pescado para alimento de animales.

La harina de pescado se produce en todo el mundo porque el pescado fresco se altera con mucha facilidad. Por eso, una vez convertido en harina se puede transportar en grandes volúmenes; un buen ejemplo es Perú, donde se pescan millones de toneladas de anchoveta, y exportar miles de toneladas de harina a Norteamérica y Europa.

El potencial global de los océanos no se conoce con exactitud; en un tiempo se pensó que era ilimitado pero en la actualidad se considera que oscila como máximo entre 250 a 300 millones de toneladas y es posible que esta cifra se supere en los próximos años. De todo este volumen se calcula que las capturas actuales son del orden de los 100 millones de toneladas y que aproximadamente un tercio del total, o sea unos 30 millones, son utilizados para la elaboración de productos, tal como la harina y aceite de pescado.

La calidad de la harina es dependiente de la materia prima y del proceso productivo; de estos dos parámetros el de mayor importancia es la materia prima, tanto es así que se considera que su influencia en la calidad del producto final que llega a alcanzar el 70 - 75 %.

Es importante el control y seguimiento en cada uno de los procesos de producción de la harina para poder cumplir con los requerimientos del cliente y producir una harina de alta calidad que cumpla con los estándares internacionales y alcance los mayores precios del mercado.

Justificación

La industria de harina de pescado se encuentra en constante evolución y crecimiento, es por esto que las empresas o industrias dedicadas a esta actividad tienen la necesidad de mejorar sus productos y por lo consecuente sus fases de producción para poder satisfacer las necesidades de los clientes.

La harina de pescado tiene diversos usos como complemento dietético para alimentación de animales, especialmente en el desarrollo de la acuicultura, que ha incrementado la demanda mundial en esta era.

Es importante producir una harina de pescado que cumpla con todos los requerimientos nutricionales que el mercado exige para poder obtener el máximo precio y así generar mayor utilidad, es por esto la necesidad de implementar controles en las etapas de producción de harina de pescado industrial en la cual hay que mejorar los procesos para disminuir tiempos, mejorar parámetros de calidad y obtener mayores ganancias.

Este trabajo está enfocado en mejorar la calidad de la harina de pescado industrial, mediante el establecimiento de procedimientos para producir lotes de harina con un contenido de grasa inferior al 10 % y la implementación de controles que nos permitan encontrar falencias en las etapas más importantes de la producción de harina de pescado y así evitar un reproceso que genera mayores gastos operativos.

Con lo expresado, el presente trabajo tuvo los siguientes objetivos :

1.1 Objetivo General

Determinar cómo influye la disminución del contenido de grasa en la calidad bromatológica de la harina de pescado industrial, realizando una investigación de laboratorio en una empresa pesquera en la península de Santa Elena.

1.2 Objetivos Específicos

- Establecer procedimientos para disminuir el porcentaje de grasa de la harina de pescado industrial.
- Obtener lotes de harina de pescado industrial con un máximo del 10 % de grasa, que permitan el incremento del precio del producto en el mercado internacional.
- Evaluar los parámetros de calidad bromatológica de la harina de pescado industrial bajo en grasa.
- Implementar controles para la optimización del proceso de obtención de harina de pescado industrial bajo en grasa.

HIPÓTESIS

H0: La disminución de grasa en la harina de pescado industrial, influye directamente sobre sus características bromatológicas de calidad.

H1: La disminución de grasa en la harina de pescado industrial, no influye directamente sobre sus características bromatológicas de calidad

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción de la Harina de Pescado

La harina de pescado es considerada un alimento de gran importancia en la nutrición animal. Posee un elevado contenido proteico y energético, y su uso está restringido al consumo animal. (Pastor, 2010).

Usos de la harina de pescado

La harina de pescado es un alimento utilizado para la alimentación de animales y peces.

Entre estos, se pueden destacar:

- Aves
- Cerdos
- Vacunos
- Peces (Salmón, truchas, anguilas.)

Para preparar estos alimentos, se utilizan además otros componentes, y la harina de pescado puede ser solo parte del alimento final. A continuación se puede apreciar el contenido de harina de pescado presente en dietas típicas para algunos animales:

Tabla 1. Porcentaje de harina de pescado según dietas

Animal	Harina de Pescado
Aves	3 %-15 %
Cerdos	10 %-15 %
Vacunos	10 %-15 %
Peces	30 %-60 %

Fuente: FAO, 2013.

Elaboración: Autor.

La harina de pescado se produce a partir de pescados pequeños, con espinas, grasos, que generalmente no son adecuados para el consumo humano directo. (Pastor, 2010).

La acuicultura ha sido el sector productivo con mayor crecimiento en la generación de alimentos al final de esta década, debido a la amplia variedad de plantas y animales cultivados con una producción mundial de 66,7 millones ton FAO (2008). Obtenido de (Acosta Ruiz & Paniagua, 2011).

Tradicionalmente la harina de pescado ha sido utilizada como ración para animales terrestres. El crecimiento rápido de la acuicultura condujo a que se utilice una mayor proporción de harina de pescado que en ración para la acuicultura; sin embargo, aun si la harina de pescado fuera eliminada completamente de las raciones para acuicultura, igual continuaría siendo producida en similares cantidades para los animales terrestres. (Chamberlain, 2009).

Por supuesto, la humanidad tiene la opción de dejar de cosechar especies destinadas a harina de pescado para conservar un ecosistema oceánico natural. Esto, sin embargo parece un desperdicio, a la luz de la creciente población mundial y de las necesidades de proteína animal que esta requiere. La acuicultura no es la causa de la sobreexplotación pesquera de las reservas de especies destinadas a harina de pescado. La producción anual mundial de harina de pescado ha permanecido estable en 6 - 7 millones de TM, salvo por el descenso que sufrió durante el período de El Niño en 1998. Según la FAO, las reservas utilizadas para la producción de harina de pescado no se clasifican como:

- "sobreexplotación" o "agotado", sino como
- "plenamente" que de hecho, es el objetivo del desarrollo pesquero.

Como la demanda de los suministros limitados de harina de pescado aumenta, también lo hacen sus precios. El nivel de inclusión de un determinado ingrediente en raciones animales está dictado por el costo del ingrediente reemplazante con respecto a los otros. Cuando la harina de pescado aumenta de precio, se la reemplaza frecuentemente con otros ingredientes de menores costos. Éste es un proceso automático que calcula por medio de un software de formulación de costos mínimos que utilizan los fabricantes de raciones. Tiene la función de asignar los

ingredientes más costosos a las raciones que les resulta más rentable. (Chamberlain, 2009).

Los crecientes costos de la harina de pescado en relación a las proteínas alternativas ha llevado a que las raciones de acuicultura saquen un 35 % de la harina de pescado, que anteriormente se utilizaba únicamente para los animales terrestres. (Chamberlain, G, 2002).

Algunas personas argumentan que el continuo crecimiento de la acuicultura llevará a una "trampa de la harina de pescado" en que la acuicultura al final va a demandar más harina de pescado que la que los recursos pesqueros pueden proporcionarle. La realidad es que las propias fuerzas del mercado que al reducirse el uso de la harina de pescado en raciones de animales, también reducirán su utilización en las raciones en la acuicultura. (Chamberlain, 2009).

A medida que aumenta la demanda de harina de pescado sube su precio, y los niveles de consumo ajustarán automáticamente. Este mismo escenario ya se presentó durante la escasez de harina de pescado causada por El Niño en 1998. La cantidad utilizada cayó en la mayoría de las raciones para especies herbívoras y omnívoras como la carpa y la tilapia, un poco menos en la ración para especies carnívoras como el camarón, y se mantuvo idéntico en ración para estadios larvarios y otras formas altamente sensibles. Hay investigaciones que demuestran que los concentrados de proteínas vegetales y animales pueden reemplazar en un 100 % a la harina de pescado en ración para salmónidos y penaeideos. (Chamberlain, 2009).

En resumen, el consumo de la harina de pescado es un problema comercial y no ambiental. Actualmente, la harina de pescado es la mejor opción si se compara sus costos con las de las otras proteínas de las raciones usadas en la acuicultura, pero esto cambiará si suben los precios de la harina en relación con los ingredientes de reemplazo. (Chamberlain, 2009).

2.1.1 Alimento

Un alimento es un compuesto que al ser ingerido, proporciona los elementos necesarios para que se desarrollen las funciones del metabolismo de los seres vivos. Entre los alimentos podemos distinguir algunas clases, diferenciadas por los componentes principales en cada caso, por ejemplo, los productos proteicos, son los ricos en proteínas y tienen un alto valor comercial; los cereales, ricos en carbohidratos. (Del Valle, 2011).

Dentro de los alimentos, aquellos ricos en proteínas son los más escasos y de mayor precio. Incluso entre los alimentos proteicos, se pueden distinguir los alimentos ricos en proteínas de origen animal y aquellos ricos en proteínas de origen vegetal, cuyo valor es inferior al primero. (FAO, 2013).

Indica Gutiérrez *et al* (2011) que dentro de los costos de producción, la alimentación constituye el rubro más importante, excediendo el 70 % de los gastos totales debido a la gran complejidad de los alimentos requeridos en acuicultura, justificando así la necesidad de profundizar en los aspectos de nutrición y alimentación. (Abimorad y Carneiro, 2009).

2.1.2 Alimentos ricos en proteínas de origen animal

Para la elaboración de alimentos concentrados, se requieren ingredientes con alto contenido proteico que pueden ser de origen animal o vegetal. Generalmente se utilizan mezclas de ambas fuentes, con la finalidad de obtener un buen balance de nutrientes y para reducir costos. Las materias primas de origen vegetal en relación a precios, siempre han sido inferiores a las de origen animal. (Peters & Morales, 2009).

Además de su elevado precio, que afecta los costos de alimentación, la disponibilidad de la harina con la calidad requerida por los peces es fluctuante e inclusive, se puede considerar como un recurso cada vez más escaso. Para la elaboración de alimentos concentrados, se requieren

ingredientes con alto contenido proteico que pueden ser de origen animal o vegetal. Generalmente se utilizan mezclas de ambas fuentes, con la finalidad de obtener un buen balance de nutrientes y para reducir costos. Las materias primas de origen vegetal en relación a precios, siempre han sido inferiores a las de origen animal. (Peters & Morales, 2009).

La harina de pescado es el ingrediente proteico más ampliamente utilizado en la alimentación acuícola, ya que satisface adecuadamente los requerimientos nutricionales de los peces. (Peters & Morales, 2009).

Además de su elevado precio, que afecta los costos de alimentación, la disponibilidad de la harina con la calidad requerida por los peces es fluctuante e inclusive, se puede considerar como un recurso cada vez más escaso. (Peters & Morales, 2009).

Debido a los avances en la agricultura, existe una alta producción de alimentos de origen vegetal, a un valor relativamente bajo. Sin embargo, la producción de productos cárnicos o de origen animal es más costosa y se produce en menor cantidad, lo que hace que su valor sea elevado. Este es el caso de la harina de pescado. (Burton, 2010).

Según indica Rincón *et al* (2012) los precios de los ingredientes proteicos comúnmente utilizados en la elaboración de alimento comercial para el cultivo de peces se ha elevado considerablemente, por ejemplo, la harina de pescado se ha usado tradicionalmente como el principal recurso (FAO, 2007); sin embargo, su alto costo, el incremento en la demanda de la creciente acuicultura, así como su uso en la alimentación de organismos terrestres y la sobreexplotación pesquera, han ocasionado la necesidad cada vez mayor de cubrir los requerimientos nutricionales de los animales con recursos nacionales que proporcionen una fuente de proteína a bajo costo. (De la Higuera y Cardenete, 2012).

2.1.3 Composición de la harina de pescado

Básicamente en la elaboración de la harina de pescado se utiliza pescado entero, al cual por medio de procesos de transferencia de calor, se separan las fases sólidas y líquidas. Extrayendo parte del aceite que se vende comercialmente y deshidratado la fase sólida mediante secado hasta formar un polvo. (Farro, 2009).

Los aceites de origen marino (aceite de pescado) son hoy en día valiosos productos con gran aplicación nutricional y alimentaria por su alto contenido de ácidos grasos omega-3 de cadena larga. Originalmente estos aceites eran solo un sub-producto de la fabricación de harina de pescado. (Valenzuela B & Sanhueza, Aceites de Origen Marino: Su Importancia en la nutrición y en la ciencia de alimentos, 2009).

Los pescados y mariscos son sin duda la fuente más abundante de ácidos grasos, que están contenidos en cantidades significativas en aquellos de aguas frías. Una explicación para la alta variación en el consumo de omega 3 es la variación en la cantidad de ácidos grasos omega 3 del pescado. Estas se deben a la dieta, localidad, etapa de maduración, sexo y tamaño del pescado, así como a la época y temperatura del agua, y a los métodos de enlatado y de preparación empleados. La composición lipídica será diferente en pescados provenientes de la acuicultura y de los de las pesquerías, ya que existen diferencias en los nutrimentos de sus dietas. (Castro, 2009).

2.2 Características Nutricionales

La harina de pescado constituye el producto seco y triturado procedente de peces enteros o de residuos.

La harina de pescado ocupa un lugar preferente en la lista de materias prima para uso animal por su riqueza proteica, su balance de aminoácidos esenciales y por ser fuentes de vitamina del grupo B. (Lonsin, 2011).

2.3 Características de la Harina de Pescado.

2.3.1 Composición.

La harina de pescado está compuesta por:

Tabla 2. Composición de la harina de pescado

Proteína	60-72 %
Humedad	10 % máx.
Grasa	10 % máx.
Ceniza	18 % máx.
Impurezas	Ausencia
Insectos	Ausencia

Fuente: Industria Pesquera Junín.

Elaboración; Autor.

2.3.2 Características Microscópicas

Las características más sobresalientes de la harina de pescado, aparte del olor "sui generis", son las escamas y los huesos. (Farro, 2009).

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. (Farro, 2009).

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. (Pastor, 2010).

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. (Pastor, 2010).

El cristalino ("ojo"), presente en la fracción ligera, aparece como perlas semitransparentes, casi esféricas, de superficie rugosa por la ruptura de la capas laminares que forma la lente. Puede encontrarse con facilidad entero o fragmentado en piezas que continúan conservando su forma más o menos esférica. (Pastor, 2010).

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. (Bernnan, 2009).

2.3.3 Requisitos bromatológicos de la harina de pescado para consumo animal según Norma INEN472 primera revisión 1988-04.

Tabla 3. Requisitos bromatológicos de la harina de pescado

Requisitos	Mín. %	Máx. %	Método de ensayo
Humedad	6	10	INEN 464
Proteína bruta *	60	—	INEN 465
Urea	—	trazas	INEN 1 656
Grasa	—	10	INEN 466
Cenizas	—	16 (18**)	INEN 467
Sal (cloruro de sodio)	—	2	INEN 468
Arena	—	1	INEN 469
Fibra	—	1	INEN 1 657
Antioxidante (residual)	0,04	0,08	INEN 1 658
Acidez (como ácido oleico)	—	5	INEN 1 659
Peróxidos	—	20 meq/kg	INEN 1 660
Retención por el tamiz de 4 mm	—	0	INEN 462
Retención por el tamiz de 2 mm	—	2	INEN 462
Digestibilidad de la proteína	92	—	INEN 1 661

* Los resultados son expresados en muestra "tal como se ofrece".
 ** Solo cuando se trate de harina elaborada con un 90% de *Anchovia macrolepidota* o *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco).

Fuente: INP (Instituto Nacional de Pesca, 2012).

2.3.4 Tipos de harina de pescado.

Tabla 4. Tipos de harina según su porcentaje de proteínas, ppm de histamina y mg/gr de TVN

Tipos de harina.	
Súper prime:	68% de proteína; 500ppm de histamina; TVN 100mg/100g.
Prime:	67% de proteína; 1000ppm de histamina; TVN 120mg/100g.
Estándar:	65% de proteína; 1000ppm de histamina; TVN 120mg/100g.
Baja:	60% de proteína; 1000ppm de histamina; TVN 120mg/100g.

Fuente: Departamento de calidad Industria Pesquera Polar.

Elaboración: Autor.

2.5 Competidores de la harina de pescado.

El gran competidor mundial de la harina de pescado es la harina de soya, cuyo precio es inferior al de la harina de pescado, lo que la hace muy atractiva para los compradores, teniendo una gran demanda en muchos mercados, tales como alimentos para: aves, cerdos y vacunos.

Las dietas de estos animales pueden contener harina de pescado y/o harina de soya. En ocasiones en que la harina de pescado esta 2.2 veces más cara que la harina de soya, se empieza a reemplazar por harina de soya. (Farro, 2009).

Gutiérrez *et al* (2008) señala que la harina de pescado es un ingrediente frecuentemente empleado en dietas para cerdo, principalmente como una fuente concentrada de proteínas (60-72 %) altamente digestible y con un balance ideal en términos de aminoácidos esenciales, en especial de lisina. Sin embargo su calidad se puede ver afectada por la forma en que la harina es preparada, tecnológicamente tratada y almacenada.

2.6 Plantas harineras registradas y aprobadas.

Tabla 5. Principales plantas harineras registradas y aprobadas por el Instituto Nacional de Pesca.

Nombre	Ubicación	Nombre	Ubicación
1.-Centromar	Guayas	16.-Urisa S A	Guayas
2.-Borsea	Guayas	17.-Multiproyectos S A	Santa Elena
3.-Rosmei S A	Santa Elena	18.-Galdecun S A	Manabi
4.-Mancorsacom	Manabí	19.- Deltagen S A	Manabi
5.-Fortidex	Guayas	20.-Dimolfin S A	Santa Elena
6.-Herco	Guayas	21.-Hardepex cialtda	Manabi
7.-Dibar S A	Santa Elena	22.- Siquality S A	Guayas
8.-Produpes	Manabí	23.-Stoller S A	Guayas
9.-Promarvi	Guayas	24.- Seimar S A	Guayas
10.-Induremo	Guayas	25.- Proexpacsa	Manabi
11.-Nagro S A	El Oro	26.- Lucomercon S A	Guayas
12.-Segundo A.	Santa Elena	27.-Pesquera Polar	Guayas
13.-Ecuaprotein	Guayas	28.-Tadel S A	Manabi
14.-Marprot S A	Manabí	29.- Ind.Pesq. Junin	Santa Elena
15.- Urisa S A	Guayas	30.- Nirsa S A	Guayas

Fuente: INP (Instituto Nacional de Pesca, 2014)

Elaboración: Autor.

2.7 Requisitos para exportación de la harina de pescado (China).

Para la exportación de la harina de pescado hacia China es necesario cumplir con las siguientes exigencias de este mercado que es uno de los principales compradores de harina de pescado a nivel mundial.

Tabla 6. Requisitos para exportación de harina a China

Análisis del producto
Certificado de pesos
Packinglist
Certificados bacteriológicos
Pre shipment
MSDS
Certificado de fumigación
Análisis de metales pesados
Certificado sanitario del INP
Certificado de origen
B/L conocimiento de embarque
Licencia china de exportación
Etiquetas adhesivas pegadas al saco

Fuente: Industria Pesquera Uglan (2012)

Elaboración: Autor.

Los demás países importadores de harina de pescado tienen un requerimiento similar al mercado chino.

2.8 Mercados donde la harina de pescado no puede ser reemplazada.

La harina de pescado posee una gran ventaja comparativa frente a la soya, esta es su alto nivel de aminoácidos esenciales como lisina, metionina y triptófano. Esto hace que existan mercados, en los que hasta ahora, este alimento es irremplazable, como por ejemplo: salmones, truchas y turbot (lenguado). (IFFO, 2012).

Adicionalmente, la soya no es bien aceptada por algunas de estas especies. No obstante, la investigación para utilizar harina de soya continua y algún día no muy lejano la soya podrá competir con la harina de pescado también en estos mercados. (Del Valle, 2011).

Este peligro se hace cada vez más latente, debido a los significativos avances que ha tenido la producción de aminoácidos sintéticos, que podrían usarse como complemento en las dietas compuestas a base de harina de soya.

Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de la efectividad de un insumo alimenticio es la determinación de su digestibilidad, que mide la habilidad del pez para digerir y absorber los nutrientes de la dieta que ingiere. La formulación de dietas prácticas para peces se basa en el establecimiento de sus requerimientos nutricionales, que a su vez están relacionados con el contenido de nutrientes digestibles suministrados por los diferentes insumos alimenticios utilizados. (Gutierrez, Saldivar, & Contreras, 2008).

2.9 Evolución de los Mercados.

Los mercados de los alimentos han cambiado radicalmente en los últimos 20 años, inicialmente existía gran demanda por harina de pescado estándar (FAQ, Fair Average Quality, calidad promedio regular), la que

tenía un alto valor, equivalente actualmente a unos US \$700/ton. En esos tiempos hacer harina de pescado era fácil, y se podía dar el lujo de botar toda el agua cola y aun así, obtener grandes utilidades. En estos días, el precio del producto ha disminuido, y en la actualidad el margen (ganancia) es bastante reducido. Hoy en día, el precio de la harina de pescado FAQ es cercano a los US \$ 400/ton. En estas condiciones, basta con que un año la captura disminuya en un 40 % para que las empresas experimenten pérdidas considerables, difíciles de recuperar, cosa que solo hace algunos años no ocurría. También los productores de harina de soya han aumentado su producción, haciendo que el precio disminuya y por consiguiente empeorando la situación de los productores de harina de pescado. (Farro, 2009).

Esto ha obligado a que las empresas mejoren su productividad, recuperando agua de cola, agua sangre, cambiando los sistemas de descarga; preocupándose por la calidad del producto, incorporando a sus plantas equipamiento de última tecnología. Todo esto con el fin de aspirar a mejores precios por las llamadas Harinas súper prime o de alta calidad. (Banuelas, 2010).

Los consumidores, por su parte han evolucionado de manera similar, lo que ha hecho que se orienten a aumentar la productividad mediante el mejoramiento de la calidad de sus dietas. Para ello han recurrido a los llamados cultivos intensos o de rápido desarrollo. (Banuelas, 2010).

Estos cultivos se basan en un gran cuidado por los animales y una dieta especialmente diseñada para obtener un crecimiento y ganancia de peso óptimo en el menor tiempo posible. Esto es posible solo a la medida que se cuente con alimentos de alta calidad, por lo que los compradores de harina de pescado están abandonando el uso de harinas FAQ y están solicitando harinas con características especiales, por lo que también están dispuestos a pagar un sobreprecio. (Banuelas, 2010).

2.10 Sistemas de calidad.

La orientación de los mercados nos lleva a la elaboración de productos cada vez más específicos y con estándares de calidad más elevados, por lo tanto una forma adecuada de enfrentar el desafío y poder competir de igual a igual con los productores extranjeros es la aplicación de planes de aseguramiento de calidad que junto a la aplicación de nuevas tecnologías nos permita obtener el producto deseado. Para esto se han diseñado los sistemas de gestión de calidad; sistemas orientados a la administración de la calidad que se basan en la capacitación de los trabajadores y el establecimiento de procedimientos productivos y administrativos claros. (Hernandez, 2009).

En base a estos es posible cumplir con exigencias de calidad del producto como:

- Aptitud para el uso.
- Requisitos de seguridad.
- Confiabilidad y estabilidad.
- Factores económicos asociados a la calidad y precio.
- Compatibilidad con la preservación del medio ambiente, etc.

Cuando una empresa decide adoptar un sistema orientado a la calidad, debe asumir cambios en su interior, los que influyen:

- Motivación del personal, como elemento central.
- Cambios de control de calidad.
- Cambios de criterios de diseño.

Es decir, debe adoptarse cambios en la globalidad del funcionamiento de la empresa para lograr como meta una mayor calidad, aumentos en productividad, disminución de los costos y, como consecuencia una mejor posición competitiva en el mercado. Todo esto permitirá que la empresa pueda sobrevivir en las contingencias y en la gran competitividad actual y futura. (Lefcovich, 2010).

2.10.1 Proceso de obtención de harina de pescado.

La harina de pescado se produce mediante un proceso de cocción y deshidratación durante el cual se separa el aceite de pescado y el agua se retira del producto. La producción de harina de pescado es un proceso que consume elevadas cantidades de energía. Las materias primas ingresan a la línea de producción de harina de pescado a través de un sistema de alimentación. (Lonsin, 2011).

La temperatura de cocción y la duración de la misma depende del tipo de autoclave utilizado, pero normalmente los materiales se cuecen durante aproximadamente 20 minutos a 90°C. Esta actividad genera niveles considerables de olores. El material cocido se prensa en una prensa de husillo o un decantador centrífugo, y el líquido de la prensa se desvía hacia un colector centrífugo donde el aceite de pescado se separa del agua de cola. El flujo de agua de cola se evapora entonces en un evaporador de fases múltiples y los lodos restantes se mezclan con la torta de prensado. Estos materiales combinados tienen un contenido en agua inferior al 10 por ciento. Después del secado, el material se tritura para eliminar las irregularidades. La harina de pescado se envía luego para el envasado y el almacenamiento intermedio. (Olsten, 2012).

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. PROTEINA: 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. (Del Valle, 2011)

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. GRASA: La grasa generalmente mejora el equilibrio de los ácidos grasos en el alimento restaurando la relación de las formas de omega 6: omega 3 en 5:1, que es considerada óptima. La grasa en

muchas dietas actualmente contiene una relación mucho más alta. (Del Valle, 2011).

La creciente actividad acuícola, inicialmente en Noruega, Canadá, Escocia, China y más tarde en Chile, comenzó a generar una gran demanda tanto de aceite como de harina de pescado para la preparación de los alimentos peletizados para salmones y truchas. En forma casi paralela comenzaron a identificarse las propiedades nutricionales y de salud de los ácidos grasos omega-3 contenidos en los aceites marinos (hasta un 30 % o más de EPA + DHA) (2,3). Estos dos acontecimientos comenzaron a generar una gran demanda de aceite de pescado, la que hoy día genera preocupación tanto en los productores como en los usuarios. (Valenzuela & Valenzuela, 2014).

Con la proporción óptima y con ácidos grasos omega 3 suministrados como DHA y EPA, la salud del animal en general es mejorada, especialmente donde existe menos dependencia de medicación rutinaria. Una fuente dietética de DHA y EPA tiene como resultado su acumulación en productos animales. Esto a su vez ayudará a equilibrar la relación omega 6: omega 3 en las dietas de humanos y proporcionará DHA y EPA preformados necesarios para el desarrollo del infante y para la prevención de numerosos desórdenes del sistema circulatorio, del sistema inmunológico y para reducir las condiciones inflamatorias. (Valenzuela & Valenzuela, 2014).

La harina de pescado es una fuente de energía concentrada, con un 70 % a 80 % del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido de energía es mayor que muchas otras proteínas. La harina de pescado tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo, en forma disponible para el animal. También contiene una amplia gama de elementos vestigiales. Las vitaminas también están presentes en niveles relativamente altos, como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la vitamina B12 así como A y D. (Valenzuela & Valenzuela, 2014).

2.10.2 Análisis de la materia prima.

La calidad de la harina es dependiente de la materia prima y del proceso productivo; de estos dos parámetros el de mayor importancia es la materia prima, tan es así que se considera que su influencia en la calidad del producto final alcanza el 70 - 75 %. (Farro, 2009).

Es muy importante la frescura de la materia prima ya que esto nos permitirá obtener un producto de alta calidad, mientras más fresca sea la materia prima tendremos mejores resultados de calidad en su producción es por esto que a las embarcaciones que capturan la materia prima se han incorporado sistemas de refrigeración para garantizar la frescura del mismo. (Connel, 2013).

La materia prima constituye el punto más importante en la cadena productiva. Si la calidad de la materia prima es mala, por consecuencia nuestro producto final será de baja calidad. (Farro, 2009).

En el caso de la harina de pescado, la calidad de la materia prima está directamente relacionada con su grado de frescura, es así como, a medida que el pescado se descompone en las bodegas, comienzan a proliferar bacterias, las que producen cambios en este, los que se reconocen por:

1. Mal olor.
2. Mal aspecto exterior.
3. La textura de los tejidos se vuelve blanda.
4. Químicamente, se observa la aparición de productos tóxicos como:
 - Histamina.
 - Cadaverina.
 - Putrescina.
 - Espermidina.
5. Trimetilaminas y dimetilaminas (aumento TVN).

Uno de los principales problemas en la producción de harina de pescado especial (Prime o Superprime), es mantener el grado de frescura del pescado. La anchoveta, principal materia prima destinada a la producción de harina de pescado, sufre alteraciones físicas, químicas y microbiológicas desde su captura. Por esta razón, la industria pesquera se ha preocupado por conservar la calidad de la materia prima que ingresa a las plantas de proceso, ya que este factor tiene una influencia directa en el precio de harina y aceite de pescado y por ende en el nivel de ingresos por venta de estos productos. (Roldan & Juscamaita, 2010).

La harina de pescado (HP) elaborada con materia prima de excelente calidad es la principal fuente de proteína para la preparación de alimentos destinados al consumo de los peces. Es rica en energía y en minerales, de alta digestibilidad y muy palatable para la mayoría de peces; contiene entre 60 y 80 % de proteína cruda (PC), de la cual el 80 al 95 % es digestible para los peces; se caracteriza por su alto contenido de lisina y metionina, los dos aminoácidos más limitantes en los alimentos de origen vegetal (Lovell, 1989; Kikuchi&Furuta, 2009; Civera *et al.* 2006; Li *et al.* 2006). Sin embargo, los elevados costos de la harina de pescado, ocasionados por la alta demanda del producto, han obligado a los productores a buscar nuevas alternativas de alimentación con dietas, en las que se incluya muy poca cantidad de ésta (Li *et al.* 2006; Gaber, 2006) o en casos extremos, a no utilizarla. (Gonzalez Uribe, 2009).

2.10.3 Recepción de materia prima.

El sistema utilizado para la descarga de la materia prima desde la embarcación hacia la planta está conformado por un bombeo al vacío con agua en una relación aproximada de agua/pescado como 1/1 en el cual la materia prima a través de tubería, es vertida en un tamiz estático seguido de un tamiz vibratorio para la separación del agua utilizada en el bombeo, posteriormente es transportada por una rastra metálica hacia la tolva de pescado donde es pesado y distribuido a las pozas de recepción. (Farro, 2009).

El transporte del pescado desde las embarcaciones a la fábrica debe hacerse con el menor daño posible, de tal forma que en todo momento se evite el destrozado del pescado y con ello no se facilite el proceso autolítico y microbiano. (Farro, 2009).

2.10.4 Almacenamiento en pozas de la materia prima.

El almacenamiento de la materia prima es en 2 pozas, en cuya parte inferior se tienen 2 gusanos transportadores que llevan la materia prima hacia la rastra de alimentación, también cuenta con drenajes para la sanguaza (agua sangre). (Farro, 2009).

A medida que aumenta el grado de deterioro, los compuestos tóxicos van elevando su concentración, como se puede observar en el siguiente gráfico:

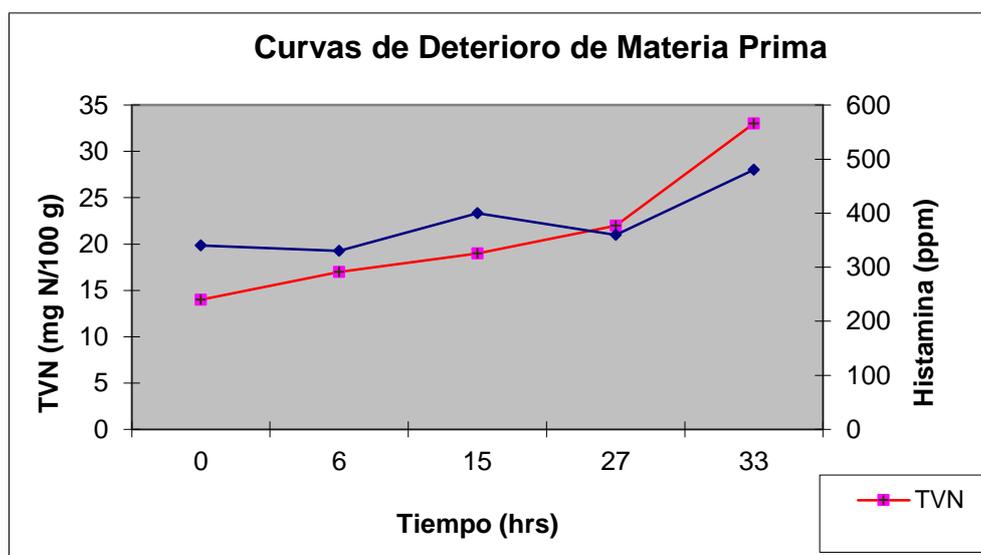


Gráfico 1. Líneas de tendencia de deterioro de la materia prima

Fuente: Departamento de control de calidad Industria Pesq. Peandres SA.

Elaboración: Autor.

2.10.5 Operación de cocción.

Los objetivos de la cocción son tres: esterilizar (detener la actividad microbiológica), coagular las proteínas y liberar los lípidos retenidos intra o intermuscularmente en la materia prima. (Farro, 2009).

La cocción se la realiza de 85 a 100 grados centígrados en un cilindro con un eje calentado por la cocción es uno de los procesos de mayor importancia en la fabricación de harina de pescado, pues de una buena cocción depende en gran medida el resto de la operación y por lo tanto la calidad del producto y la economía de la producción. (Dettersen, 2009).

El objetivo de la cocción es acondicionar o preparar el pescado para permitir los procesos de separación en las prensas, decantadores y separadoras. (Farro, 2009).

Durante la cocción se coagulan las proteínas, transformándolas en un producto firme y fibroso capaz de resistir el prensado y formar juntos con los huesos una especie de filtro a través del cual escurre el licor de prensa. (Farro, 2009).

Al mismo tiempo, durante la cocción, se liberan las grasas y el agua contenida en el pescado de tal forma que es posible separarlas de la fase sólida en los procesos posteriores (prensado, decantado y separado). (Farro, 2009).

La forma en que se deba operar el cocedor va a depender principalmente de la materia prima (composición, especie, tamaño, grasa), una cocción eficiente resultara en; un buen drenaje de los líquidos en el pre-estruje, buen prensado y buena posibilidad de procesar los líquidos en forma correcta en los decantadoras y separadoras, por lo tanto una buena operación de los evaporadores. (Por la cantidad de sólidos contenidos en el agua cola) y con forma de tornillo, que permite el avance de la carga a los siguientes procesos. (Farro, 2009).

2.10.6 Operación de extrusión o prensado.

La operación de prensado tiene como objetivo la separación de agua y grasa de tal forma que la torta de prensa contenga la menor cantidad posible de estos dos componentes.

Un prensado eficiente resultara, una torta de prensa de baja humedad y bajo contenido de grasa, por lo tanto se obtendrá harina de bajo contenido de grasa y alta proteína, un licor de prensa con bajo contenido de sólidos suspendidos, lo que traerá como consecuencia una mejor separación en decantadoras y separadoras obteniéndose agua de cola con menor contenido de grasa y sólidos suspendidos. Lo que disminuirá la viscosidad en la planta evaporadora.

El consumo de petróleo disminuye por tener una menor cantidad de agua que evaporar en secadores (es más barato evaporar el agua en los evaporadores que en los secadores), y además porque la eficiencia del secado aumenta al tratar un producto con menos grasa, también mejora la operación global de la planta, en general por menor ensuciamiento de los circuitos de líquidos. (Lonsin, 2011).

2.10.7 Operación de centrifugación.

Es la operación que utiliza la centrífuga para separar los diversos componentes que tiene el licor de prensa como son la grasa, sólidos solubles e insolubles y agua, en razón de su diferencia de densidades (Farro, 2009).

2.10.8 Operación de evaporación.

La evaporación consiste en la eliminación de vapor de un soluto relativamente no volátil, el cual suele ser sólido. Generalmente no se elimina completamente y el producto concentrado permanece en forma líquida, aunque algunas veces con una elevada temperatura. (Farro, 2009).

2.10.9 Operación de secado.

El objetivo es deshidratar la torta de prensa, torta separadora y el concentrado de agua de cola unida y homogenizados previamente; sin afectar la calidad del producto. La contaminación con hongos puede dar origen a la presencia de micotoxinas. (Farro, 2009).

Las harinas con un elevado contenido de humedad (superiores al 10 %), producto de un deficiente secado o un inadecuado almacenamiento se convierten en un sustrato potenciador del crecimiento de distintas especies de hongos como: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Mucor*. (Grau de Marin & Muñoz, 2011).

La principal razón es reducir la humedad del material a niveles de agua remanente en donde no sea posible el crecimiento microbiano ni se produzcan cosas que puedan deteriorar el producto. (Grau de Marin & Muñoz, 2011)

2.11 Operación de molienda.

El objetivo de la molienda, es la reducción del tamaño de los sólidos hasta que se satisfagan las condiciones y especificaciones dadas por los compradores. (Farro, 2009).

La molienda es de importancia, porque una buena apariencia granular incidirá favorablemente en la aceptación del producto en el mercado. (Farro, 2009).

2.12 Dosificación del antioxidante.

Las grasas de las harinas de pescado se estabilizan mediante la adición de antioxidante, inmediatamente después de la fabricación. Los antioxidantes son compuestos químicos que retardan la anti oxidación (Farro, 2009).

La antioxidación supone que una molécula reacciona con una molécula de lípido en un enlace no saturado para formar un peróxido, después que

una o dos moléculas han sido activadas por medio de la absorción de una fracción de energía (Farro, 2009).

El peróxido formado tiene la facultad de activar nuevas moléculas formando nuevos peróxidos, y de esta manera se establece una reacción en cadena al menos que se disipe la energía en una reacción alternativa (Farro, 2009)

Si no se detiene la reacción, que es exotérmica, el producto se combustiona, bajan los pesos moleculares y adicionalmente se produce mal olor y sabor rancio.(Farro, 2009).

2.12.1 Ensaque.

La harina se pesa en una balanza neumática regulada a 50kg la cual es colocada en un saco blanco laminado de polipropileno y cerrado con máquina de coser. (Farro, 2009).

El material del envase de la harina de pescado debe ser resistente a la manipulación, transporte y almacenamiento del producto, no debe alterar la composición química del producto ni su calidad organoléptica (INEN, 2000).

2.12.2 Rendimiento.

El rendimiento de producción es de 4 a 4.5 % es decir que de 200tn pesca sale un equivalente promedio a 900 sacos, este rendimiento se obtiene dividiendo la cantidad de pesca sobre los sacos obtenidos. (Farro, 2009).

2.12.3 Almacenamiento.

Es importante agregar un antioxidante antes de que la harina pase a la etapa del envasado, en esta etapa es muy importante la participación del laboratorio del control de calidad ya que se extrae las muestras necesarias para efectuar los correspondientes análisis de proteína, grasa

y otros factores que permiten caracterizar y clasificar la harina de acuerdo a las calidades definidas. (Lerena, 2009).

Finalmente se almacena la harina y son llevados a bodegas de almacenaje |mediante la ayuda de montacargas y pallets que transportan 25 sacos y se ubican en las correspondientes filas de las bodegas de producto terminado colocando una tarjeta de identificación que indica su código y cantidad, y se lo registra en el reporte control de sacos de harina de pescado indicando su ubicación dentro de la bodega. (Farro, 2009).

Además durante la primera semana de almacenamiento se controla la temperatura de los lotes de harina, para verificar que va disminuyendo que es el comportamiento normal y se registra los datos en el reporte de control de temperatura de almacenamiento.

Precisamente la selección de los lotes para exportación, se hacen bajo evaluaciones de calidad, en función de los requerimientos de los clientes. (Farro, 2009).

2.12.4 Rotulación de sacos.

En la parte superior de cada saco de polipropileno es cosida una tarjeta que indica:

- Producto envasado: Fishmeal.
- Tipo de preservante y dosis aplicada: Etoxiquina 400-600 ppm.
- Peso neto: 50 kg.
- Fecha de producción.
- Lote.
- Registro sanitario INP (Instituto Nacional de Pesca)
- Chanduy -Ecuador.

2.13 Codificación de lotes.

En condiciones normales de operación cada lote de harina es de 50 TN (1000 sacos), si en un determinado día no existe suficiente materia prima

el lote puede ser de menos de 1000 sacos o por el contrario un poco mayor a 1000 sacos si sobra poca cantidad de materia prima por procesar.

Si durante el transcurso de la producción existe un cambio significativo en las características de la materia prima o en la eficiencia del proceso, se procede a cambiar el lote.

La codificación de lotes correspondientes a la fecha de producción y la secuencia de procesamiento por ejemplo:

Tabla 7. Formato de codificación de lotes de harina de pescado

Día	15
Junio	06
2009	09
Segundo lote día	2
Lote	150609-2

Fuente: Departamento de exportaciones Industria Pesquera Junín.

Elaboración: Autor.

2.14 Sistemas de gestión de calidad.

Actualmente se aplican las siguientes normas de gestión de calidad:

ISO 9001:2008 Gestión de la calidad.

HACCP Calidad alimentaria.

GMP+ Norma de calidad alimentaria encaminada a la excelencia del producto.

BASC Normas de seguridad para un despacho seguro.

IFFO Organización de productores de harina de pescado a nivel mundial.

2.15 Despacho para exportación.

Para llevar a cabo una exportación una vez que el Jefe de Aseguramiento de calidad selecciona los lotes de acuerdo a los requerimientos del cliente, lo solicita a bodega por medio de una guía de salida y el bodeguero procede a despachar registrando el movimiento de los lotes en el reporte control de sacos. (INEN, 2000).

Además los embarques realizados se registran en una documentación de exportación donde se recopila información como:

- Fecha de exportación.
- Factura comercial.
- Lotes despachados.
- Cantidad de cada lote.
- Cliente.
- Número de contenedores.
- Lugar de destino.
- Nombre de la nave.
- Numero de sellos de la naviera, verificadora y productor.
- Peso neto y bruto de la carga.

2.16 Principales exportadores de harina de pescado industrial.

Tabla 8. Principales exportadores de harina de pescado de enero a diciembre 2014

	Kilos	Miles US\$
1 PESQUERA JUNIN	17872.3	16251.0
2 PESQUERA POLAR	12190.6	9891.5
3 NIRSA	14764.0	9637.0
4 BORSEA	5661.0	5379.4
5 PROMARVI	5011.3	5235.3
6 TADEL	5854.5	2333.4
7 MANCORSACOM	1904.1	1600.0
8 SIQUALITY	2665.8	1560.7
9 PESQUERA HERCO	1903.8	1302.3
10 PRODUPES	2080.0	1134.1

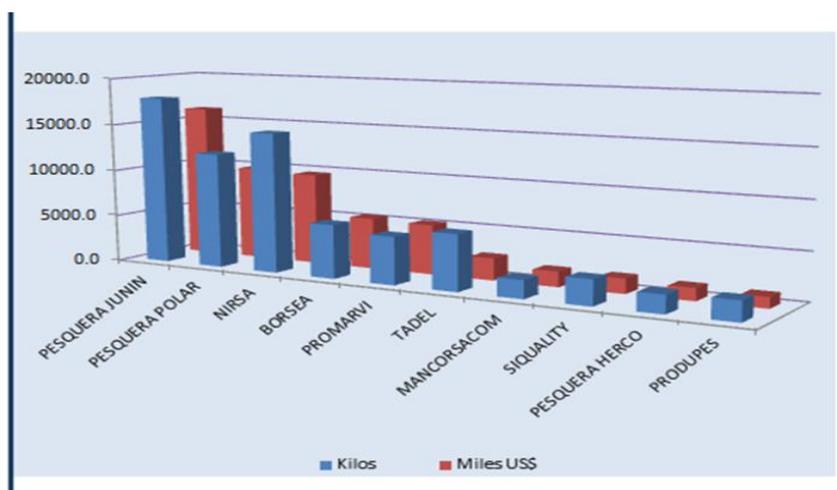


Gráfico 2. Gráfico de barras de los principales exportadores de harina de pescado

Fuente: Revista "Ecuador Pesquero" edición mayo a junio 2014.

Elaboración: Autor.

2.17 Principales mercados de la harina de pescado industrial.

Tabla 9. Principales mercados de la harina de pescado enero a diciembre 2014

	Miles US\$ FOB
1 CHINA	\$ 50,153.9
2 JAPON	\$ 35,885.0
3 COLOMBIA	\$ 14,950.0
4 AUSTRALIA	\$ 5,557.0
5 VENEZUELA	\$ 2,343.0
6 REINO UNIDO	\$ 1,951.0
7 TAIWAN	\$ 1,290.0
8 ESPAÑA	\$ 1,070.0
9 CHILE	\$ 1,000.0
10 HONDURAS	\$ 640.4

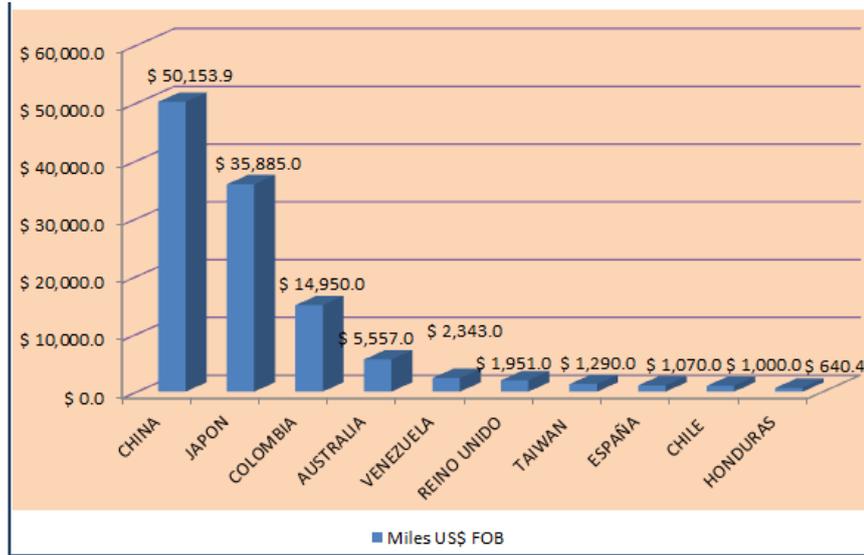


Gráfico 3. Gráfico de barras de los principales mercados de harina de pescado

Fuente: Revista “Ecuador Pesquero” edición mayo a junio 2014.

Elaboración: Autor.

2.18 Costo del reproceso de harina de pescado.

Tabla 10. Costo del reproceso de la harina de pescado

Insumos	Unidad	Cantidad/Ton harina	US\$ Unidad	US\$ / Ton harina
Conos de hilo	c/u	0,026	4,60	0,12
Antioxidante	kg	0,35	4,00	1,40
Fuel oil	kg	30,00	0,73	21,90
Electricidad	kwh	60	0,156	9,33
Agua	m ³	0,6	0,556	0,33
Tratam. de Caldera		0,53	0,14	0,07
Grúas				1,12
diesel generador	lts	9,5	0,82	7,79
Reactivos lab.				2
TOTAL				44,07

Fuente: Industria Pesquera Junín.

Elaboración: Autor.

3.- MARCO OPERACIONAL

3.1. Ubicación Geográfica.

El trabajo de investigación se efectuó en una planta de procesamiento de harina de pescado, ubicada en la Avenida Real alto y comuna Manantial, provincia de Santa Elena al nivel del mar cuyo nombre está reservado por motivos de confidencialidad.

Las coordenadas en las que se encuentra ubicada la industria son las siguientes:

2°23'53" de latitud sur y 80°42'6" de longitud oeste.

La materia prima utilizadas para la fabricación de la harina son las especies provenientes del sector pesquero de la zona: morenillo (*Scomber japonicus*) y botella (*Auxis* spp).

3.2 Características climáticas.

La temperatura promedio de la locación es de 30° grados centígrados en época húmeda y 20° grados centígrados aproximadamente en época seca.

3.3 Materiales.

- Sacos.
- Hilos.
- Cosedora.
- Pallets.
- Fundas (muestras)
- Sacos de polipropileno.

3.3.1 Sustancias químicas de laboratorio.

- Antioxidante (etoxiquina).
- Ácido Sulfúrico.
- Ácido Clorhídrico.
- Éter Etilico.

- Agua destilada.

3.3.2 Maquinarias.

- Montacargas.
- Cocina
- Prensa
- Centrifuga.
- Secador.
- Molinos.
- Transportadores helicoidales.
- Generadores eléctricos.
- Contenedores.
- Camiones.

3.3.3. Laboratorio

3.3.3.1. Equipos y utensilios.

- Cocina
- Gas
- Cuchillo
- Tubos de ensayo.
- Probeta.
- Pipeta.
- Vasos.
- Refrigeradora
- Buretas.
- Agitador magnético.
- Estufa.

3.4 Tratamientos estudiados.

El ensayo estuvo constituido por la cocción de materia prima (pescado) a 3 temperaturas y 3 grados de velocidad de los tornillos de prensa procesados en una planta harinera de la provincia de Santa Elena.

El listado de tratamientos se indica a continuación:

	Tratamientos	Variables
T1	85°C-75A	Proteína, humedad, grasa, ceniza
T2	90°C-115A	Proteína, humedad, grasa, ceniza
T3	98°C-150A	Proteína, humedad, grasa, ceniza

T1: 85 °C de temperatura de cocción a 75 Amperes de la prensa.

T2: 90 °C de temperatura de cocción a 115 amperes de la prensa.

T3: 98 °C de temperatura de cocción a 150 amperes de la prensa.

3.5 Diseño experimental.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizo el diseño completamente al azar en forma grupal con 3 tratamientos y 20 repeticiones.

3.6 Análisis de varianza.

El esquema del análisis de varianza que se utilizó se indica a continuación:

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones (r – 1)	59
Tratamientos (t – 1)	2
Error	57

3.7 Análisis funcional.

Para realizar las comparaciones de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

3.8 Delineamiento experimental.

El delineamiento experimental fue el siguiente:

Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	20
Número de variables	4

3.9 Manejo del experimento.

En la realización de este trabajo de investigación se llevaron a cabo las siguientes labores:

Durante el proceso de producción de harina de pescado se obtuvo la “torta de prensa”; es en este proceso en el cual se realizó el análisis diario de la grasa en el laboratorio de calidad para determinar si se aplica mayor o menor cocción o si necesita la materia prima un mayor tiempo de prensado; este análisis se realizó cada hora.

En este experimento se tomaron como referencias los parámetros (historiales de producción), es decir, como se estaba procesando la harina de pescado, en la cual se obtenían análisis de grasa de la torta de prensa superiores a 10 %. Además no existen registros de temperatura o prensado ya que el proceso se desarrollaba en forma empírica, es decir lo

que comúnmente se denomina “al ojo”, en el cual se verifica a la salida de la cocina si hay o no vestigios de sangre aun después de la cocción.

Durante un periodo de pesca que duró 22 días se han evaluado tres diferentes temperaturas y tres velocidades distintas de los tornillos de prensa, es decir; que se ha procesado materia prima a 85 grados centígrados a 75 amperes, 90 grados centígrados a 115 amperes y 98 grados centígrados a 150 amperes, obteniendo variables de grasa, humedad, proteína y ceniza.

Durante el periodo de pesca se cocinaron a tres temperaturas y 3 amperajes de la prensa del ensayo, iniciando la primera semana con la menor temperatura y amperaje; concluyendo con la mayor temperatura y amperaje de la prensa; semanalmente se realizaron 20 repeticiones por cada tratamiento

En el laboratorio se realizaron los respectivos análisis de proteína, humedad, grasa y ceniza de las 20 repeticiones por cada uno de los tratamientos; se tabularon los resultados y se compararon con los valores presentados o recomendados por la Norma INEN 472 obtenidos con los métodos de ensayo INEN 464, 465, 466, 467 para humedad, proteína, grasa y ceniza respectivamente.

3.9.1 Análisis de grasa por extracción de éter.

Se determinó el contenido de grasa de la harina producida, considerando que es uno de los indicadores de eficiencia de la etapa de prensado la misma que es determinante en la calidad del producto final.

Formula:

$$\frac{(P2 - P1) \times 200}{MUESTRA} = \% \text{ GRASA.}$$

MUESTRA

Determinación de PPC (Punto crítico de control)

- 1.- Se pesó una muestra inicial (balanza) aproximadamente 1g.
- 2.- Se adicionó 10 ml de éter grados reactivos.
- 3.- Se mezcló por 5 minutos en un agitador magnético.
- 4.- Se centrifugó a 1.200 rpm; a 100 °C temperatura temporada.
- 5.- Se pesó la placa inicial (margen de error 0.2).
- 6.- Se adicionó a la placa (alícuota de 5 ml);
- 7.- Se tomó el tiempo de vaporación del éter.
- 8.- Se evaluó el protocolo de control.

Análisis:

Obtención de grasa de la harina de pescado por extracción con éter:

- 1.-Se colocó 300 g de torta de prensa en la trituradora.
- 2.- En un tubo de ensayo se pesó 1g de la torta de prensa triturada.
- 3.- Se adicionó 10 ml de éter etílico puro y se colocó en un agitador magnético.
- 4.- Se agitó por 5 minutos y se centrifugó por 5 minutos más.
- 5.- Los sólidos se sedimentaron y la grasa quedó con el éter.
- 6.- Se pesó una placa vacía seca, se anotó el valor de la placa (peso).
- 7.-Posterior se tomó del sobre nadante (éter + grasa) una alícuota de 5 ml con una pipeta, la que se vertió en la placa antes pesada (precaución que no se agite la muestra)
- 8.- Una vez la alícuota en la placa se llevó a una estufa u horno para eliminar el éter y quedar solo con el valor real de la grasa.
- 9.- La placa se llevó a un enfriador de vidrio hermético para que no interfiera la humedad en la placa.

10.- Finalmente la placa fría se pesó y se anotó el valor de la placa final con grasa.

Formula: (valor de placa final – valor de placa inicial) x 200 % 1g de muestra.

X = multiplicación

% = división

200= valor constante proveniente del factor de dilución (agregamos 10 ml y tomamos 5 ml de muestra) igual a 2 por 100 %.

Para la torta de prensa es el mismo procedimiento del análisis de la harina solo cambia que se lleve a base de harina y después de aplicar la formula se multiplica por 0.9 o sea;

Formula: [(valor de la placa final – valor placa inicial) x 200 % 1g de muestra] x 0,9

3.9.2 Análisis para determinar proteína.

Se estableció el contenido de proteína de la harina que se produce, puesto que es uno de los indicadores principales de la calidad del producto.

Procedimiento:

- Se lavó cuidadosamente el tubo de digestión, se secó a 120-130 °C (1/2h) y se dejó enfriar al ambiente.
- Se pesó 0.25 g de muestra de papel manteca tarado y se envolvió en forma de sobre.
- Se colocó el paquete en el tubo de digestión y se agregó la pastilla catalizadora (0,18 g K₂ SO₄ + 1.8 mg. Selenio) luego se vertió 8 ml de SO₄H₂ concentrado, se mezcló cuidadosamente agitando el tubo manualmente.
- Se colocaron los tubos en el digestor y se llevó a digestión 420 °C por

60 minutos. Se procedió a encender el extractor de gases.

- Se digirió por una hora, la solución debe quedar cristalina, se retiraron los tubos del digestor y se los dejó enfriar.

Tan pronto como las soluciones de las muestras se hayan enfriado lo suficiente, se diluyeron con 40 milímetros de agua destilada (aproximadamente) y se mezcló. Si la mezcla está caliente cuando se agrega agua destilada, la reacción es muy violenta.

- Se midió 25 ml de solución de ácido bórico en una fiola y se colocó en el destilador cuidando que el tubo de vidrio del condensador quede sumergido en la solución.
- Se colocó al mismo tiempo el tubo de digestión en la unidad destiladora y agregue 35-40 ml de Na OH (hidróxido de sodio) por medio del dispensador incorporado en el equipo y proceda a destilar.

Cuando pasaron unos 75 ml de destilado a la solución acida (completado 100 ml) se retiró la fiola y se tituló con ClH (Ácido clorhídrico) a 0.1N.

- El punto final de la valoración se alcanzó cuando la solución de color verde claro cambió primero a un gris, próximo al punto final, y por último a un violeta pálido.
- Se anotó el consumo y se obtuvo el cálculo:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\text{Consumo CLH} * \text{Normalidad Real de CLH} * 6.25 * 1.4}{\text{Peso de la Muestra}}$$

3.9.3 Análisis para determinar ceniza.

Se determinó el contenido de ceniza de cada uno de los lotes que se producen, puesto que es uno de los indicadores del tipo y grado de frescura de la materia prima procesada.

Procedimiento:

- Se pesó 3 g de muestra y colocarlo en el crisol previamente pesado y tarado.
- Se colocó en la mufla a 600 °C por 4 horas hasta que la muestra adquiriera un color blanco grisáceo.
- Se pesó el crisol con su contenido a un desecador por espacio de una hora.
- Se procedió a pesar

Cálculo:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{PF-PI} \times 100}{\text{P}}$$

P

C = Contenido de cenizas en la harina en porcentaje de peso

PF= Peso del crisol con las cenizas incineradas.

PI = Peso del crisol vacío.

P = Peso de la muestra.

3.9.4 Análisis para determinar humedad.

Se evaluó el grado de humedad de la harina en vista que un contenido por encima del 10 %, puede contribuir a la proliferación de bacterias patógenas.

Procedimiento con analizador de humedad

- Se encendió la balanza con la tecla de tara.
- Se pesó 3 g de muestra que se indican en la pantalla
- Pulsar la tecla empezar para que encienda el desecador infrarrojo.

- Cuando la luz roja de la tecla empezar y comienza a parpadear a finalizado la determinación de humedad y el valor en porcentaje se indica en la pantalla.
- El analizador de humedad tiene su temperatura calibrado a 130 °C y el tiempo de determinación en automático.
- Se anotó los resultados en porcentaje.

Método de la estufa.

- Se pesó 2.5 g de muestra en una pesa filtro previamente pesado y distribuirla uniformemente en su fondo.
- Se calculó la muestra en la estufa a 100-105 °C (por 4 horas)
- Se enfrió en el desecador hasta temperatura ambiente por una hora aproximadamente y pesar.

Cálculo:

$$\text{Humedad} = \frac{\text{PF}-\text{PI} \times 100}{\text{P}}$$

H = Humedad de la harina.

PF= Peso pesa – filtro con muestra de secado.

PI = Peso pesa- filtro.

P = Peso de la muestra.

4. RESULTADOS

4.1. Establecer procedimientos para disminuir el porcentaje de grasa de la harina de pescado industrial.

-Se creó históricos de proceso a través de registros de operación en la etapa de cocción y prensado.

-Se analizó en el laboratorio la torta de prensa para conocer durante el proceso el porcentaje de grasa y poder corregir la operación de la cocina y prensa.

- Se operó con mayor temperatura (98°C) la cocina y más fuerza de compresión de la prensa (150 amperes) para eliminar la grasa (fase líquida).

4.2 Obtener lotes de harina de pescado industrial con un máximo del 10 % de grasa, que permitan el incremento del precio del producto en el mercado internacional.

Se obtuvo lotes de harina con valores menores al 10 % de grasa con la aplicación del tratamiento 3 (T3=7,975) y el tratamiento 2 (T2=9,105) que también es un valor aceptable; esto nos indica que con los resultados de la aplicación de estos dos tratamientos obtendremos lotes con porcentajes requeridos por los clientes (no mayor al 10 %).

4.3 Evaluación de los parámetros de calidad bromatológica de la harina de pescado industrial bajo en grasa.

Tabla 11. Análisis bromatológicos de la harina de pescado según los tratamientos evaluados

GRASA

Tratamiento		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	\bar{X}
T1	85°C-75A	10,5	11,1	10,5	10,9	11,1	11,3	9,9	11,1	10,9	11,2	10,9	10,9	10,3	10,1	10,8	10,9	11,9	10,7	11,1	10,9	10,85
T2	90°C-115A	9,9	8,9	9,8	9,7	9,2	9,3	8,9	8,9	8,8	9,6	8,1	8,8	8,9	9,2	8,9	8,9	8,9	9,8	8,9	8,7	9,105
T3	98°C-150A	7,5	7,9	8,6	7,7	7,9	8,2	7,9	8,4	8,1	7,9	7,2	7,7	7,8	7,8	7,9	8,1	8	7,8	8,6	8,5	7,975

HUMEDAD

Tratamiento		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	\bar{X}
T1	85°C-75A	7,3	7,2	8,3	8,1	7,9	7,8	8,6	8,7	8,4	7,9	7,9	8,3	8,4	8,7	7,9	8,1	7,9	8,2	8,9	8,3	8,14
T2	90°C-115A	8,5	7,1	7,6	8,1	7,9	7,9	8,6	8,7	8,7	7,9	8,8	8,3	7,9	8,7	7,7	8,4	8,3	8,9	7,9	7,9	8,19
T3	98°C-150A	8,7	8,7	8,2	8,4	8,1	7,9	8,1	8,3	8,2	8,9	8,5	8,8	8,7	8,8	8,9	8,8	8,4	8	8,6	8	8,45

PROTEINA

Tratamiento		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	\bar{X}
T1	85°C-75A	68,9	69,7	68,9	68,9	69,6	69,5	69,1	69,6	69,8	68,9	69,1	68,9	69,7	69,2	69,3	68,3	69,5	69,5	69,4	69,2	69,25
T2	90°C-115A	70,1	71,3	70,2	71,2	70,9	71,1	70,1	70,2	70,8	70,4	70,3	71,8	71,9	71	71,2	71	71,2	70,3	70,8	70,9	70,835
T3	98°C-150A	72,1	72,3	71,8	72	71	71,8	72	71	70,2	71,3	72,3	72,6	72,5	72	72,3	72	71	72,1	72	72,2	71,825

CENIZA

Tratamiento		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	\bar{X}
T1	85°C-75A	12,1	12,8	11,3	12	11,8	11,2	12,1	11,5	11,7	10,8	11,7	11,7	12,1	12,3	12,9	12,6	11,3	11,8	10,8	11	11,775
T2	90°C-115A	11,5	12,8	11,9	11,1	11,9	11,5	12,2	12,1	11,7	11,5	12,5	11	11,4	11,8	11,9	13,6	13,3	13,2	12	12,5	12,07
T3	98°C-150A	11,3	11,1	12,2	11,3	12,7	11,6	11,9	12,1	13	11,7	12	11,1	11,2	11	11,5	11,1	12,1	11,6	12,3	11,3	11,705

4.3.1 Análisis de varianza del porcentaje de grasa.

Tabla 12. Andeva de los valores de grasa

	GL	SC	CM	F		
Total	59	93.7058333				
Tratamientos	2	86.6093333	41.80	236.01	***	
Error	57	10.0965	0.18			
			Media de tratamientos	10.85	9.11	7.98
			Numero de tratamientos	20	20	20
			Error típico tratamientos	0.09	0.09	0.09
			Error típico ponderado	0.09		

*** = Altamente Significativo

$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{0.18}{20}} = 0.09$$

$$p2 = 2.83 \times 0.09 = 0.25$$

$$p3 = 2.98 \times 0.09 = 0.26$$

		T1p3=0,26	T2p2=0,25	T3
		7.975	9.105	10.85
T1	10.85	2.837*	1.70*	0
T2	9.105	1.13	0	
T3	7.975	0		

T1 10.85 **a**

T2 9.105 **b**

T3 7.975 **c**

Los resultados estadísticos nos muestran una variación significativa en los tres tratamientos aplicados siendo el tratamiento 3 con resultados de grasa de (T3= 7.975 %) el más recomendado en temperatura de cocción 98 °C y operando a 150 amperes la prensa puesto que se obtuvo el porcentaje de grasa mucho menor al 10 % demostrando ser altamente efectivo en la cocción y estruje (prensado) de la materia prima, porcentaje

que se encuentra dentro de los parámetros recomendados por la norma INEN 472 con el método de ensayo INEN 466 cuyo requisito es máximo 10 % de grasa.

4.3.2 Análisis de varianza del porcentaje de humedad.

Tabla 13. Andeva de los valores de humedad

F de V	GL	SC	CM	F		
Total	59	11.104				
Tratamientos	2	1.108	0.55	3.16	*	
Error	57	9.996	0.18			
			Media de tratamientos	8.14	8.19	8.45
			Numero de tratamientos	20	20	20
			Error típico tratamientos	0.09	0.09	0.09
			Error típico ponderado	0.09		

* = Significativo

$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{0.18}{20}} = 0.09$$

$$p2 = 2.83 \times 0.09 = 0.25$$

$$p3 = 2.98 \times 0.09 = 0.26$$

	T1 p3=0.26	T2 p2=0.25	T3
	8.14	8.19	8.45
T3 8.45	2.57*	0.99*	0
T2 8.19	1.58*	0	
T1 8.14	0		

T3	8.45	a
T2	8.19	b
T1	8.14	b

La humedad obtuvo resultados significativos en el T3=8.45 pero que está dentro de los parámetros normales del porcentaje de humedad requerido por la norma INEN 472 con el método de ensayo INEN 464 cuyo requisito es de 6 a 10 % máximo de humedad; tanto los T2= 8.19 % Y T1=8.14 %

presentaron valores dentro del rango que no afectan a la calidad del producto final.

4.3.3 Análisis de varianza del porcentaje de proteína.

Tabla 14. Andeva de los valores de proteína

	GL	SC	CM	F		
Total	59	82.8193333				
Tratamientos	2	67.4868889	33.74	125.44	***	
Error	57	15.33	0.27			
			Media de tratamientos	69.25	70.84	71.83
			Numero de tratamientos	20	20	20
			Error típico tratamientos	0.12	0.12	0.12
			Error típico ponderado	0.12		

*** = Altamente Significativo

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{0.27}{20}} = 0.11$$

$$p2 = 2.83 \times 0.11 = 0.25$$

$$p3 = 2.98 \times 0.11 = 0.26$$

		T1 p3=0,32	T2 p2=0,0,31	T3
		69.25	70.835	71.825
T3	71.825	2.57*	0.99*	0
T2	70.835	1.58*	0	
T1	69.25	0		

T3 71.825 **a**

T2 70.835 **b**

T1 69.25 **c**

Los valores de estadísticos de proteína fueron altamente significativos cuando se aplicó mayor temperatura y amperaje (T3= 98 °C-150A) ya que se encuentra variación en los tres tratamientos estudiados, lo que significa que la reducción de grasa influye sobre los niveles de proteína, teniendo como el mejor valor de porcentaje de proteína al tratamiento 3 (T3 = 71.825 %) con el promedio más alto, encontrándose dentro de lo

que recomienda la Norma INEN 472 con el método de ensayo 465 que es mínimo 60 %.

4.3.4 Análisis de varianza del porcentaje de ceniza.

Tabla 15. Andeva de los valores de ceniza

	GL	SC	CM	F		
Total	59	24.49				
Tratamientos	2	1.501	0.75	1.86	NS	
Error	57	22.989	0.40			
			Media de tratamientos	11.78	12.07	11.71
			Numero de tratamientos	20	20	20
			Error típico tratamientos	0.14	0.14	0.14
			Error típico ponderado	0.14		

NS = No Significativo

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{0.40}{20}} = 0.14$$

$$p2 = 2.83 \times 0.14 = 0.39$$

$$p3 = 2.98 \times 0.14 = 0.41$$

		T1 p3=0,41	T2 p2=0,39	T3
		11.705	11.775	12.07
T1	12.07	0.365 NS	0.295 NS	0
T2	11.775	0.07	0	
T3	11.705	0		

T3 12.07 a

T2 11.775 a

T1 11.705 a

Los valores estadísticos de ceniza resultaron no significativos en los tres tratamientos estudiados (T1=11.705; T2=11.75 Y T3=12.07) es decir que la reducción de grasa en la harina de pescado industrial no presenta variación significativa en los niveles de cenizas en los tres tratamientos,

niveles que están dentro de los valores que reporta la norma INEN 472 con el método de ensayo 467 cuyo porcentaje requerido es de 26 a 18 % máximo.

4.4 Implementación de controles para la optimización del proceso de obtención de harina de pescado industrial bajo en grasa.

-Se verificó el grado de frescura de materia prima (branquias rojas, musculo duro, ojos convexos) de las especies a procesar y rechazar si es necesario si no cumplen con las características de frescura.

-Se registraron datos de operación de cada uno de los procesos para establecer rangos de producción.

-Se controló la manipulación de la materia prima en los buques, los tornillos transportadores de los pozos de recepción, esto debe ser bajo estándares de buena higiene con el fin de minimizar el deterioro y mejorar la calidad del producto.

-Se minimizó el tiempo entre la captura del pescado y el procesamiento, esto es importante en su efecto sobre la calidad de la proteína en el producto final.

5. DISCUSIÓN

-El valor del tratamiento 3T3 (98 °C-150A) presentó valores estadísticos significativos (T3= 7.975 %) en la reducción del porcentaje de grasa operando con mayor temperatura (98°C) de cocción y más fuerza de compresión de la prensa (150 amperes) para eliminar la grasa (fase líquida) lo cual tiene concordancia con lo que manifiesta (Becerra, 2013) que aplicando mayor temperatura de cocción y un prensado eficiente es posible obtener una torta de prensa con el contenido de líquido más bajo posible (grasa y agua), por tanto tendrá más contenido de sólidos.

-Con la aplicación del tratamiento 3 (T3= 7.975 %) y el tratamiento 2 (T2= 9.105 %) se redujo el porcentaje de grasa en el producto final en los lotes de harina con valores menores al 10 % que también es un valor aceptable, lo cual mejoró la calidad de la harina cotizando los lotes a un buen precio nacional e internacional y esto está directamente relacionado con lo que manifiesta (IFFO, 2012) que produciendo lotes con bajo porcentaje de grasa el proceso no tendrá rechazos por mala calidad de la harina (exceso de grasa) y se evita incurrir en costos extras para mejorar esos lotes en un reproceso.

-El valor del tratamiento T3 (98 °C-150A) con referencia al porcentaje de proteínas que es altamente significativo (T3 =71.825 %) concuerda con Farro (2009), que manifiesta que rangos de temperatura se debe operar el cocedor y los amperajes de la prensa va depender principalmente de la materia prima (composición, especie, tamaño) ya que en este trabajo experimental se empleó materia prima debidamente refrigerada desde el momento de su captura obteniendo una torta de prensa de baja humedad y bajo contenido de grasa.

-Lo que manifiesta Gutiérrez (2008) también está relacionada con el tratamiento de la harina en sus diferentes procesos especialmente en cocción y prensado (T3= 71.825 %) señala va a depender del trato tecnológico que se le dé y un adecuado almacenamiento para cuidar su calidad.

Las cifras estadísticas del porcentaje de humedad de los tres tratamientos arrojó valores inferiores al 10 % (T3= 8.45%; T2= 8.19 % Y T1= 8.14 %) lo cual nos permite obtener un producto que no tendrá riesgos de crecimientos de hongos lo cual puede afectar su calidad y esto concuerda con (Grau de Marin & Muñoz, 2011) que manifiesta que las harinas con un elevado contenido de humedad (superiores al 10 %), producto de un deficiente secado o un inadecuado proceso se convierten en un sustrato potenciador del crecimiento de distintas especies de hongos como: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Mucor*. Los valores estadísticos de ceniza no presentaron variación significativa en la aplicación de los 3 tratamientos, su porcentaje es bajo y está dentro de los parámetros requeridos, esto concuerda con lo que manifiesta (IFFO, 2012) que hay épocas de captura de peces en donde existe mayor volumen de carne en relación al esqueleto generando al procesar la materia prima bajo porcentaje de ceniza.

Con la aplicación de los tratamientos (T2= 90 °C-115A) y (T3=98 °C-150A) se produjeron lotes con excelente calidad nutricional ya que se implementó estas temperaturas y amperajes de la prensa conjuntamente con registros para procesar especies como el morenillo y botella, además en todos los tratamientos se emplearon materias primas con buen grado de frescura y se cuidó su manipulación en los barcos de captura para evitar contaminaciones cruzadas y dañar la calidad de las mismas así como también se optimizó el tiempo entre la captura y el proceso de la materia prima

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con base al análisis e interpretación de los resultados experimentales se delinearán las siguientes conclusiones:

1. Se estableció que el tratamiento 3 (T3= 98 °C-150 A) es el mejor rango de operación para el proceso de cocción y prensado.
2. El 80 % de lotes obtenidos de harina de pescado con valores inferiores al 10 % de grasa, operado con los tratamientos 2 y 3. (T2= 90 °C-115 A) y (T3= 98 °C-150 A) que representó una disminución frente los datos históricos del porcentaje de grasa que oscilaban entre 11.50 y 12 % se concluye que dichos tratamientos son eficientes para las especies procesadas (morenillo y botella).
3. Aplicando los tratamientos 2 y 3 (T2= 90 °C-115 A) y (T3= 98 °C-150 A) generaron análisis bromatológicos con resultados que están dentro de los parámetros de venta de harina evitando el reproceso que afecta la utilidad.
4. Se concluye que al disminuir el porcentaje de grasa se obtendrá un mayor porcentaje de proteína ya que son inversamente proporcionales en el proceso.

Analizadas las conclusiones se recomienda:

- Realizar controles minuciosos en puntos críticos del proceso.
- Establecer datos históricos de cocción y prensado para registrar rangos de proceso de acuerdo a la materia prima.
- Evitar procesar materia prima en proceso de descomposición.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Ruiz, M., & Paniagua, M. J. (2011). Primer registro de la utilización de harinas de *Salicornia bigelovi* y *Scomber japonicus* en dietas prácticas para el cultivo super intensivo del camarón *Litopenaeus stylirostris*. *Latin American journal of aquatic research*, 39.
- Banuelas, R. y. (2010). *Factores críticos del éxito para la puesta en práctica acertada de seis proyectos de la sigma en organizaciones*. Madrid: Gestion.
- Barba. (2013). *Seis Sigma: Una iniciativa de calidad total*. Barcelona : Gestion.
- Becerra, T. (2013). Soluciones de Ingeniería. *Plantas y Equipos de procesos*.
- Bernnan, L. (2009). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. Vigo: Acribia.
- Botello Leon, A., & Viana, M. (s.f.). *Sustitución de la Harina de Pescado por harina de caña proteica*.
- Botello Leon, A., & Viana, M. T. (2011). *Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteica para la engorda de tilapia roja*.
- Botero, E. (2010). *Diseño de plantas de alimentos balanceados especializadas*. Monterrey: Nuevo Mexico.
- Burgues, G. (2011). *El pescado y las industrias derivadas de la pesca*. Madrid: Acribia.
- Burton, W. F. (2010). *Director General de la asociación internacional de fabricantes de harina de pescado. (IAMF)*. Dinamarca.
- Carcamo, S. (2008). *Optimización control de calidad en producción de harina de pescado*. Concepción.
- Castro, M. I. (2009). Acidos grasos omega 3: beneficios y fuentes . *Nutricion*, 23.
- Chamberlain, G. (2009). *Cultivo Sostenible del camarón: mitos y realidades*.
- Connel, J. (2013). Control de la calidad del pescado. *Ecuador Pesquero*, 25-26.
- Del Valle, W. (2011). Los mejores productos alimenticios. *Peru Pesqueros*, 45-47.

- Dettersen, T. (2009). Normas para un correcto proceso de la harina y aceite de pescado. *Industrias Chilenas*, 3-7.
- FAO. (7 de junio de 2013). Aminoácidos asimilables de las harinas de pescado. *El Universo*, pág. 2.
- Farro, H. (2009). *Industria Pesquera*. Lima: Palomino.
- García, B. G. (2009). *Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario-Acuicultura*.
- González Uribe, R. A. (2009). Evaluación de dietas isoenergéticas con varios niveles de proteína y de harina de pescado en alevinos de bocachico (*Prochilodus magdalenae*). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación científica*, 69-77.
- Grau de Marín, C., & Muñoz, D. (2011). Identificación de hongos con potencial micotoxigénico en harinas de pescado destinadas para la elaboración de alimentos concentrados. *Revista científica*, 25-29.
- Gutiérrez, L., & García, L. (2008). Lisina total, digestible y reactiva digestible en harina de pescado. *Revista Científica*, 26-29.
- Gutiérrez, W., Saldivar, F., & Contreras, J. (2008). Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum*. *Peru biol vol 15, n.2*.
- Gutiérrez-Espinoza, M. C. (2011). Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica. *Orinoquia*, 15-16.
- Hernández, R. (2009). *Metodología de la Investigación*. México : McGraw-Hill.
- IFFO. (2012). The Marine ingredients organization. *Calidad de la harina de pescado*.
- INEN. (2000). Harina de pescado para consumo animal. Requisitos. *Normas INEN 0472*.
- Lefcovich, M. (2010). *Seis Sigma hacia un nuevo paradigma de gestión*. Madrid: Ilustrados.
- Lerena, G. (2009). La calidad y sanidad del pescado. *Perú Pesquero*, 2-3.
- Lonsin, M. (2011). Técnicas de la ingeniería alimentaria. *El Agro*, 3.
- Olsten, K. (2012). Annual report technological. *Industries*, 22-23.
- Pand, P. y. (2010). *¿Que es Seis Sigma?*. Madrid: McGraw-Hill.

- Pastor, E. (2010). Harina y aceite de pescado. *Pesca*, 3-4.
- Peters, D., & Morales, A. (2009). Evaluacion de la calidad alimentaria de la harina de lemna obscura como ingrediente. *Revista cientifica*, 30-35.
- Rincon, D. (2012). Niveles de sustitucion de harina de pescado por harina de Arthrospira en dietas experimentales para alevines de tilapia roja. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 430-437.
- Roldan, D., & Juscamaita, J. (2010). Utilizacion de iones cobre en solucion para la preservacion a bordo de anchoveta (*Engraulis ringens* J) destinada a la elaboracion de harina de pescado. *Ecologia Aplicada*, 83-89.
- Valenzuela B, A., & Sanhueza, J. (2009). Aceites de Origen Marino: Su Importancia en la nutricion y en la ciencia de alimentos. *Revista chilena de nutricion*, 36-37.
- Valenzuela B, A., & Sanhueza, J. (2012). El Aceite de Pescado: Ayer un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista chilena de nutricion*, 39.
- Valenzuela, A., & Valennzuela, R. (2014). *Revista chilena de nutricion*, 41.

ANEXOS

Anexo 1. Especies principales de producción de harina.

Botella (*Auxis* spp).



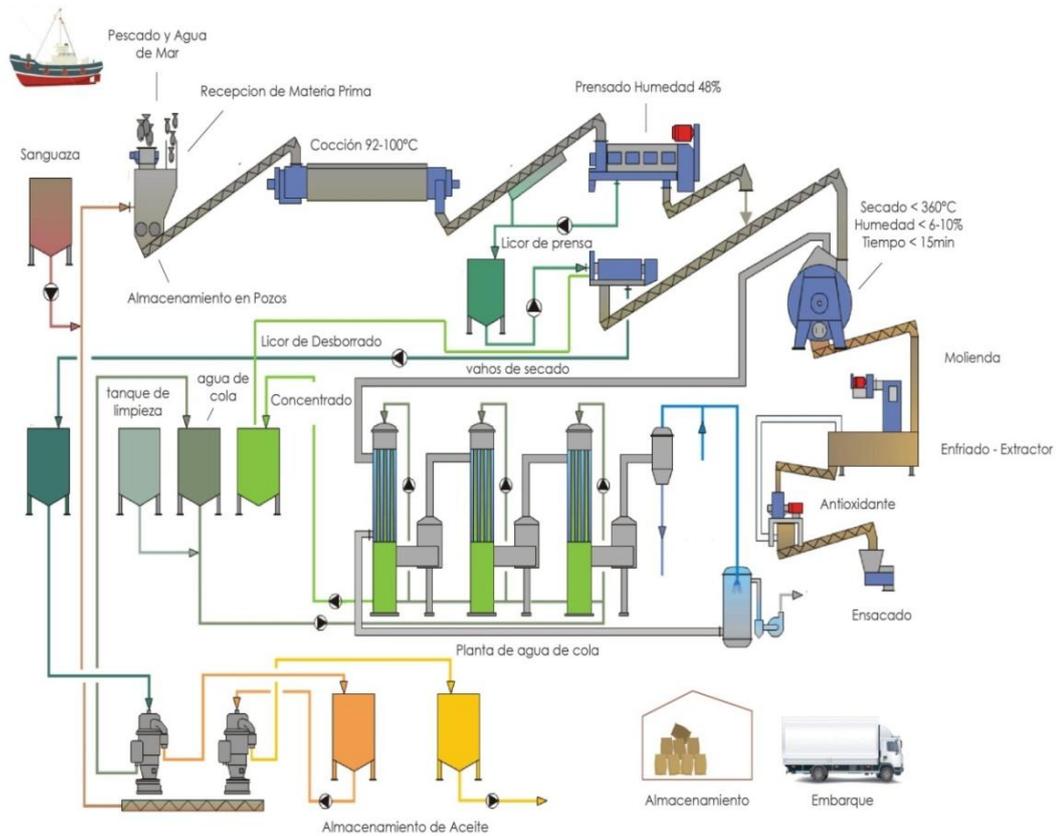
Fuente: El Autor

Morenillo (*Scomber japonicus*)



Fuente: El Autor

Anexo 2. Proceso de elaboración de harina de pescado industrial



Autor: Industria Pesquera Polar.

Anexo 3. Flujo de procesos operativos en planta harinera.

MAPA DE PROCESOS



Autor: Industria Pesquera Polar.

Anexo 4. Características nutricionales de la harina de pescado.

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	HARINA DE PESCADO		
PAIS DE ORIGEN	Ecuador		
DESCRIPCION	Producto diseñado para la elaboración de alimentos balanceados para animales de crianza intensiva, como: aves, porcinos, vacunos, langostinos, camarones, truchas, tilapias y otros. Asegura una buena provisión de nutrientes y ha sido estabilizado con antioxidantes y antimicrobianos certificados.		
FACTORES DE CALIDAD	ORGANO-LÉPTICAS	Color	Marrón claro
		Olor	Característico
	FÍSICO - QUÍMICO	Proteína	60 %
		Grasa	11 % (máximo)
		Humedad	8 % (máximo)
		Cenizas	25 % (máximo)
		Digestibilidad	90 % (mínimo)
CALIDAD MICROBIOLÓGICA	ESPECIFICO	Histamina	100 (máximo)
		TBVN mg/100 gm	120 (máximo)
		Salmonella sp (UFC/gr)	Ausencia
ENVASE	Sacos de Polipropileno Blanco		
VIDA UTIL	1 Año		
ALMACENAJE	En lugar fresco y seco		

Cuadro. Ficha Técnica Harina de pescado

Autor: Revista "Ecuador Pesquero", 2012.

Anexo 5. Método rápido de análisis de grasa.

Foto 1. Recolección torta de prensa



El Autor

Foto 2. Trituración torta prensa



El Autor

Foto 3. Pulverización de torta.



El Autor

Foto 4. Peso de torta (muestra)



El Autor

Foto 5. Adición de éter.



El Autor

Foto 6. Centrifugado.



El Autor

Foto 7. Grasa



El Autor

Anexo 6. Análisis bromatológicos antes de emplear métodos de control.
(Históricos)

Lote	Proteína	Humedad	Grasa	Ceniza
11114	65,42	7,3	12,15	14,57
31114	65,8	8,5	12,04	13,37
31114	66,4	7,5	12,5	13,14
31114	66,8	8,6	12,45	14,09
41114	65	6,8	11,97	15,49
51114	66,4	9,25	11,38	12,53
51114	66,8	7,9	12,59	12,61
61114	66,3	7	11,67	14,45
61114	66,1	8,56	11,84	13,18
71114	66,7	6,8	11,99	13,82
71112	65,11	9,29	12,08	13,32
81112	65,6	9,9	12,01	12,28
91112	66,7	8,9	12,34	12,55
101112	65,8	8,2	11,99	11,68
121114	66,13	7,7	12,2	13,7
121114	65,4	8,3	11,63	12,96
121114	63,25	7,75	12,35	19,25
131114	66,2	7,03	11,45	13,93
131114	65,9	8,75	12,4	12,67
131114	65,4	8,37	11,99	11,01
141114	66,79	8,3	12,5	12,13
141114	65	7,6	11,99	12,32
141114	65,4	6,71	12,96	12,29
141114	65,74	7,81	12,95	12,05
151114	65,6	9,09	11,7	13,37
151114	66	9,09	11,7	13,37
161114	65,6	9,09	11,7	13,37
171114	66,4	9,4	11,56	12,22
181114	65,9	8,7	11,75	11,4
191114	66,6	9,7	11,99	11,44
201114	66,69	8,15	11,81	13,89
201114	65,58	9,65	12,7	13,9
201114	65,58	9,65	12,7	13,9
201114	69,44	8,65	12,6	13,1
201114	69,44	8,65	12,6	13,1
201114	66	8,71	12,7	13,9
211114	66,8	7,42	11,99	10,69
211114	66,4	7,58	11,54	11,65
211114	65,6	8,52	11,99	10,81
211114	67	8,69	11,97	11,89

Anexo 7. Análisis proximal de harina de pescado a 85 °C y 75 A de amperaje de la prensa.

Análisis de laboratorio				
Proteína	Humedad	Grasa	Ceniza	Total
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
69,8	7,3	10,5	12,1	99,7
68,9	7,2	11,1	12,8	100
69,7	8,3	10,5	11,3	99,8
68,9	8,1	10,9	12	99,9
68,9	7,9	11,1	11,8	99,7
69,6	7,8	11,3	11,2	99,9
69,5	8,6	9,9	12,1	100,1
69,1	8,7	11,1	11,5	100,4
69,6	8,4	10,9	11,7	100,6
69,8	7,9	11,2	10,8	99,7
68,9	7,9	10,9	11,7	99,4
69,1	8,3	10,9	11,7	100
68,9	8,4	10,3	12,1	99,7
69,7	8,7	10,1	12,3	100,8
69,2	7,9	10,8	12,9	100,8
69,3	8,1	10,9	12,6	100,9
68,3	7,9	11,9	11,3	99,4
69,5	8,2	10,7	11,8	100,2
69,4	8,9	11,1	10,8	100,2
69,2	8,3	10,9	11	99,4

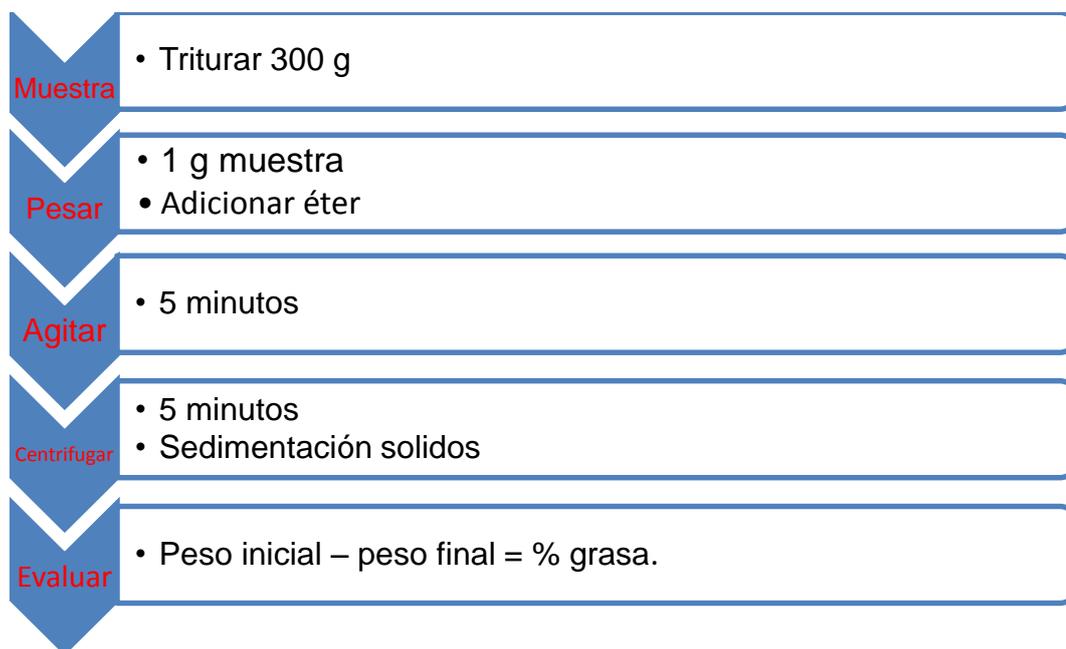
Anexo 8. Análisis proximal de harina de pescado a 90 °C y 115 A de amperaje de la prensa.

Análisis de laboratorio				
Proteína	Humedad	Grasa	Ceniza	Total
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
70,1	8,5	9,9	11,5	100
71,3	7,1	8,9	12,8	100,1
70,2	7,6	9,8	11,9	99,5
71,2	8,1	9,7	11,1	100,1
70,9	7,9	9,2	11,9	99,9
71,1	7,9	9,3	11,5	99,8
70,1	8,6	8,9	12,2	99,8
70,2	8,7	8,9	12,1	99,9
70,8	8,7	8,8	11,7	100
70,4	7,9	9,6	11,5	99,4
70,3	8,8	8,1	12,5	99,7
71,8	8,3	8,8	11	99,9
71,9	7,9	8,9	11,4	100,1
71	8,7	9,2	11,8	100,7
71,2	7,7	8,9	11,9	99,7
71	8,4	8,9	13,6	101,9
71,2	8,3	8,9	13,3	101,7
70,3	8,9	9,8	13,2	98,1
70,8	7,9	8,9	12	99,6
70,9	7,9	8,7	12,5	100

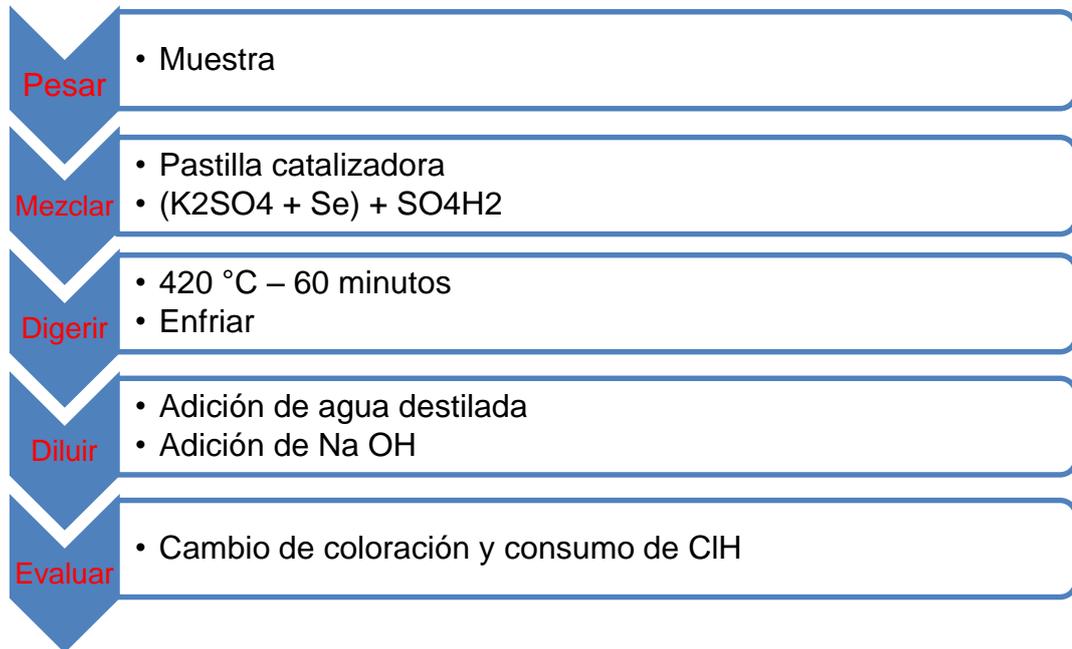
Anexo 9. Análisis proximal de harina de pescado a 98 °C y 150 A de amperaje de la prensa.

Análisis de Laboratorio				
Proteína	Humedad	Grasa	Ceniza	Total
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
72,1	8,7	7,5	11,3	99,6
72,3	8,7	7,9	11,1	100
71,8	8,2	8,6	12,2	100,8
72	8,4	7,7	11,3	99,4
71	8,1	7,9	12,7	99,7
71,8	7,9	8,2	11,6	99,5
72	8,1	7,9	11,9	99,9
71	8,3	8,4	12,1	99,8
70,2	8,2	8,1	13	99,5
71,3	8,9	7,9	11,7	99,8
72,3	8,5	7,2	12	100
72,6	8,8	7,7	11,1	100,2
72,5	8,7	7,8	11,2	100,2
72	8,8	7,8	11	99,6
72,3	8,9	7,9	11,5	100,6
72	8,8	8,1	11,1	100
71	8,4	8	12,1	99,5
72,1	8	7,8	11,6	99,5
72	8,6	8,6	12,3	101,5
72,2	8	8,5	11,3	100

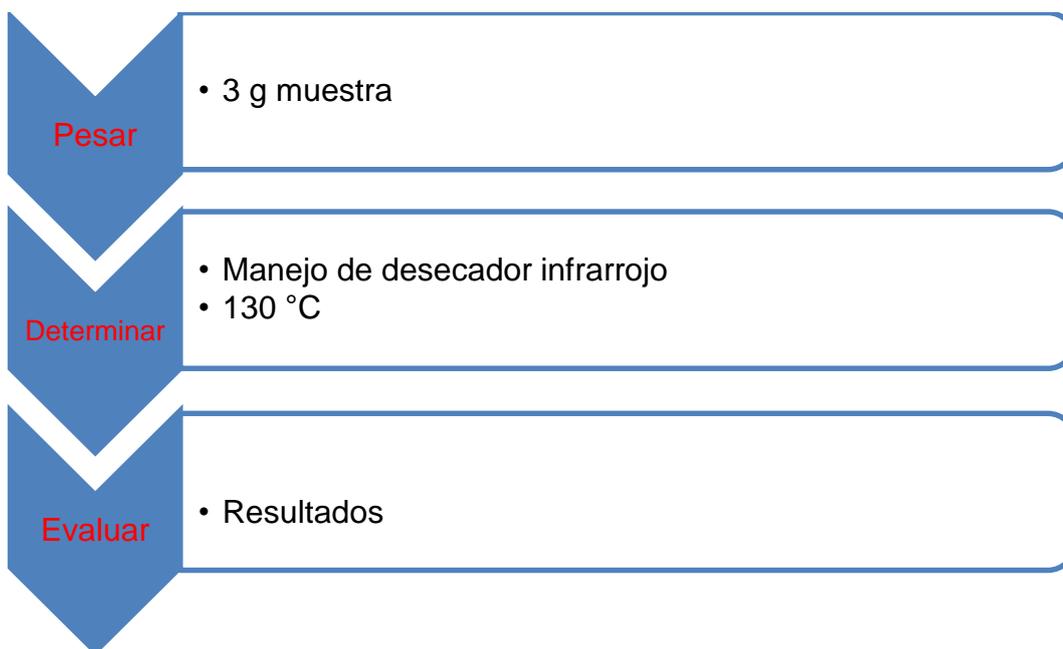
Anexo 10. Flujograma del proceso de obtención de grasa.



Anexo 11. Flujograma del proceso de obtención de proteína.



Anexo 12. Flujograma del proceso de obtención de humedad.



Anexo 13. Flujograma de proceso de obtención de ceniza.

