



**Uleam**  
UNIVERSIDAD LAICA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**ESTUDIO DE CASO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

Determinar la influencia del TVN (Nitrógeno Volátil Total) existente de la materia prima para el proceso de la harina de pescado en la Industria TADEL S.A.

**AUTOR:**

VÉLEZ BURGOS YANINA MARICELA

**TUTOR:**

ING. ALDO MENDOZA GONZALEZ Mg.

**MANTA-MANABÍ-ECUADOR**

**2018**

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

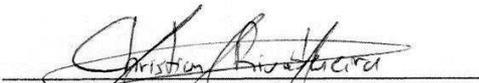
**ESTUDIO DE CASO**

**“Determinar la influencia del TVN (Nitrógeno Volátil Total) existente de la materia prima para el proceso de la harina de pescado en la Industria TADEL S.A.”**

Sometida a consideración del Honorable Tribunal Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como requisito para obtener el título de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

Aprobado por el tribunal:

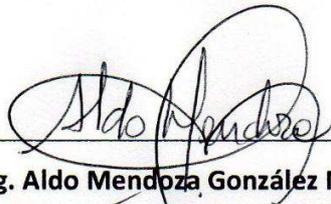
  
Ing. Cristhian Rivadeneira Mg. Sc

  
Ing. Italo Bello Moreira Mg. Sc

  
Abg. Ing. julio Ávila Roca Mg. Sc

## CERTIFICACION

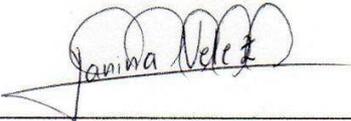
Ing. Aldo Mendoza González Mg. Docente de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, certifico que la egresada **Vélez Burgos Yanina maricela** realizo bajo mi tutoría el estudio de caso carácter complexivo titulada: **“Determinar la influencia del TVN (Nitrógeno Volátil Total) existente de la materia prima para el proceso de la harina de pescado en la Industria TADEL S.A.”** la cual fue elaborada de forma sistemática rigiéndose a las normas establecidas y cumpliendo las disposiciones establecidas para su efecto.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aldo Mendoza', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

**Ing. Aldo Mendoza González Mg. Sc**  
**Director de estudio de caso**

## DECLARACION DE AUTORIA

La responsabilidad de la investigación, resultados y conclusiones del estudio de caso titulada: **“Determinar la influencia del TVN (Nitrógeno Volátil Total) existente de la materia prima para el proceso de la harina de pescado en la Industria TADEL S.A.”** es exclusivamente del autor.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yanina Vélez', is written over a horizontal line. The signature is stylized with loops and a long horizontal stroke extending to the left.

**Vélez Burgos Yanina maricela**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a dios por aun me mantiene con vida para contarlo, y así poder relatar mis agradecimientos a cada una de las personas que formaron parte de este logro.

A mis padres por haberme dado la vida y por ser ese pilar fundamental en toda mi trayectoria de estudio; mi madre que siempre estuvo ahí dándome su amor y apoyo incondicional, esas fuerzas que necesitaba para seguir y no decaer en momentos duros durante la carrera.

A mi hija que también fue uno de mis complementos de lucha antes momentos difíciles de mi vida.

A mi tía mariana por su apoyo infinito en algunas ocasiones del cuidado de mi hija gracias por tanto.

A una personita en especial mi pareja Jorge mil gracias por su apoyo incondicional, también haber formado parte de este triunfo.

A mi tutor Ing. Aldo Mendoza Mg. por sus enseñanzas, guía y apoyo.

A mi prestigiosa universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por haberme dado la oportunidad de haber formado parte de la institución, también por permitirme vivir momentos únicos e inolvidables, gracias por mi formación tanto en lo personal como en lo profesional.

Gracias a todos por haber confiado en mí y haber aportado un granito de su ayuda para la obtención de este nuevo triunfo.

**Yanina Maricela Vélez Burgos**

# **DEDICATORIA**

## **A Dios**

Por haberme permitido llegar hasta la meta anhelada, por la vida, salud, por su amor, bondad y haberme llenado de paciencia en momentos difíciles para de esta manera lograr mis objetivos.

## **A mis padres**

Por haber sido pilar fundamental de guía y apoyo en toda la carrera, sobre todo a mi bella madre que jamás me dejó sola siempre estuvo ahí, dándome su amor, esas fuerzas y ese infinito apoyo sin condición alguna para no decaer en momentos duros de estudio y en lo personal.

## **A la princesa de mi corazón mi hija**

Por haber sido uno de mis complementos de lucha, perseverancia y por llenarme de mucho amor en momentos difíciles de mi vida y el transcurso de mi carrera.

## **A mi pareja Jorge**

Por haber sido mi gran apoyo en todo momento incondicionalmente.

**A mis familiares** que de alguna y otra forma también aportaron con su apoyo para este gran logro.

**Yanina Maricela Vélez Burgos**

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| I. ANTECEDENTES.....  | 2  |
| 1.1. OBJETIVOS .....  | 5  |
| II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....  | 6  |
| III. JUSTIFICACIÓN .....  | 7  |
| IV. HIPOTESIS .....   | 8  |
| V. REVISIÓN DE LITERATURA .....   | 9  |
| 5.1. Pescado .....  | 9  |
| 5.1.1. Composición .....  | 9  |
| 5.1.2. Deterioro de la Materia Prima.....   | 11 |
| 5.2. Control y Análisis de la Materia Prima.....  | 12 |
| 5.3. Harina de Pescado .....  | 14 |
| VI. METODOLOGÍA.....  | 27 |
| 6.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....   | 27 |
| 6.2 Recolección de Muestras .....   | 27 |
| 6.3 Tipo de Estudio .....   | 27 |
| 6.4 Análisis de las Muestras.....   | 27 |
| 6.4.1. Determinación de TVN .....   | 28 |
| 6.4.2. Procedimiento .....  | 28 |
| VII. RESULTADOS Y DISCUSION.....  | 30 |
| 7.1. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en la Materia Prima Utilizada en la Elaboración de Harina de Pescado ..... | 30 |
| 7.2. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en el Proceso de Elaboración de Harina de Pescado.....                     | 31 |
| 7.3. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en la Línea de Producción de Harina de Pescado.....                        | 32 |
| 7.4. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en el Producto Final (Harina de Pescado) .....                             | 33 |
| 7.5. Influencia de TVN en la harina de pescado producida en la empresa TADEL S.A.   | 35 |
| VIII. CONCLUSIONES.....   | 37 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>IX. RECOMENDACIONES .....</b> | <b>38</b> |
| <b>X. BIBLIOGRAFÍA .....</b>     | <b>39</b> |
| <b>XI. ANEXOS .....</b>          | <b>45</b> |

## **INDICE DE TABLAS**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabla N°1. Composición proximal de algunas especies de pescado.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>Tabla N°2. Composición de harina de pescado.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Tabla N°3. Porcentaje de harina de pescado según las dietas utilizadas en animales.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>Tabla N°4. Norma INEN472 (requisitos bromatológicos para harina de pescado) primera revisión 1988-04.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>Tabla N°5. Tipos de harinas en el mercado....</b>   | <b>28</b> |
| <b>Tabla N°6. Plantas productoras de harina de pescado en Ecuador .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>Tabla N°7. Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en muestras de materia prima, utilizada en la elaboración de (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A .....</b> | <b>33</b> |
| <b>Tabla N°8. Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en el proceso de elaboración de (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A .....</b>                              | <b>34</b> |
| <b>Tabla N°9. Análisis de TVN (mgN/100g) realizado en la línea del proceso de (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A.....</b>                                     | <b>35</b> |
| <b>Tabla N°10. Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en el producto final (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A.....</b>   | <b>37</b> |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Anexo N°1.</b> Ubicación geográfica de la empresa TADEL S.A. en la ciudad de Manta... ..              | <b>48</b> |
| <b>Anexo N°2.</b> Vista satelital de la ubicación de la empresa TADEL S.A .....                          | <b>48</b> |
| <b>Anexo N°3.</b> Bitácora del análisis de TVN realizados en la producción de la Empresa TADEL S.A ..... | <b>49</b> |
| <b>Anexo N°4.</b> Flujo de proceso de elaboración de harina de pescado de la Empresa TADEL S.A. ....     | <b>50</b> |
| <b>Anexo N°5.</b> Toma de muestras de la tolva y de producto almacenad .....                             | <b>51</b> |
| <b>Anexo N°6.</b> Procesado de las muestras .....  | <b>51</b> |
| <b>Anexo N°7.</b> Llenado en los recipientes con las muestras a analizar .....                           | <b>52</b> |
| <b>Anexo N°8.</b> Segundo recipiente llenado con Ácido Bórico y adición de Rojo Metálico.....            | <b>53</b> |
| <b>Anexo N°9.</b> Proceso de digestión de las muestras... ..   | <b>54</b> |
| <b>Anexo N°10.</b> Análisis de titulación de las muestras... ..  | <b>55</b> |

## I. ANTECEDENTES

TADEL S.A. es una empresa dedicada a la elaboración de harina de pescado, está ubicada en el KM 7 1/2 Vía Manta- Rocafuerte. La empresa ha logrado fortaleza en el sector y además de procesar su propia producción, da servicios de maquilado a otras empresas como Inepaca de Manta y Promarvi de Guayaquil. A estas dos últimas empresas les genera 6 mil sacos al mes, cada uno de 50 kilos. Esto se suma a los 24 mil sacos de producción propia. Conservas Isabel, Eurofish, Asiservy y Seafman abastecen de las partes no utilizables del atún y otros peces a Tadel. También las personas que trabajan con sardina en Crucita y los pescadores de chuhueco. Esta industria se da a conocer por la gran producción que tienen y las bondades técnicas con las que trabajan (El Diario, 2018).

Esta industria tiene una capacidad de producción de 18 toneladas por hora, al interior de la empresa no hay olores desagradables, porque tienen una planta evaporadora que utilizan para el secado de los desperdicios. Se destaca la máquina secadora a vapor que permite el proceso más limpio a nivel mundial y con ello un servicio de calidad para la cadena alimenticia. Los desperdicios se cocinan a 100 grados centígrados. Luego se prensan para desprender las grasas. De ahí pasan a máquinas centrífugas que separan los sólidos, aceites y el agua de pescado. Esta última pasa al evaporador que concentra el agua. Finalmente se cumple el secado a temperatura de 105 grados en máquinas rotadisco y rotatubo que generan la harina de pescado, considerada la fuente primaria de proteína en los alimentos balanceados para aves, camarones, cerdo, ganado y peces (El Diario, 2018).

La harina de pescado contribuye a obtener proteína de alta calidad con un balance de aminoácidos y ácidos grasos, que son de vital importancia para generar un rápido crecimiento de organismos marinos (especialmente carnívoros). Por esta razón, su disponibilidad, calidad e inocuidad del producto

final (harina de pescado) es determinante para llegar a obtener alimentos de buena calidad (Záldivar, 2002).

La calidad de la proteína y la composición nutricional de las harinas de pescado varía dependiendo de la frescura y del tipo de materia prima, así como de la temperatura de secado. El incremento en la producción de especies acuícolas cultivadas, que son sensibles a estos parámetros ha creado un incremento en la demanda de estas harinas de pescado de alta calidad (Mc Callum y Higgs, 1989; Barlow y Pike, 1990; Pike et al. 1990; Hardy y Castro, 1994).

Actualmente se comercializan “productos especiales” elaborados con pescado muy fresco, secado a baja temperatura, principalmente para alimento de salmónidos (Pedersen y Opsvedt, 1992, Romero et al., 1994).

La frescura del pescado es afectada por las condiciones y el tiempo de almacenamiento antes del procesamiento. A partir del momento de captura, el pez sufre cambios, por la acción de sus propias enzimas (autólisis) y por la acción de las bacterias presentes en la superficie del pescado, así como, en el tubo digestivo (Cruz-Suárez et al., 1998).

La evaluación de diferentes harinas de pescado con parámetros químicos como nitrógeno volátil total (TVN) en la materia prima, o el contenido de aminas biogénicas en harinas de pescado, se ha realizado de manera paralela a bioensayos nutricionales, por diversos autores en diferentes especies. En pollos (Huisman et al., 1992) así como en trucha arcoiris (Cowey y Cho, 1992) o en salmón (Jensen, 1986, Anderson et al., 1997). El consumo del alimento y el crecimiento de los animales a los cuales se les suministra la harina de pescado podrían verse afectados por altos niveles de aminas biogénicas que son elaboradas con materia prima deteriorada.

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 (Cruz-Suárez et al., 1998).

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.2. General**

Determinar la influencia del nitrógeno volátil total (TVN) en la materia prima utilizada en la elaboración de harina de pescado producida en la empresa TADEL S.A. ubicada en la ciudad de Manta, Ecuador.

### **1.3. Específicos**

1. Valorar la calidad de la materia prima realizando análisis de TVN.
2. Realizar análisis de TVN en el proceso de elaboración de la harina de pescado.
3. Valorar la presencia de TVN como indicador de calidad en el producto final.
4. Determinar la influencia de TVN en la harina de pescado producida en la empresa TADEL S.A.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El deterioro de las materias primas utilizadas en la elaboración de harina de pescado produce olores y sabores fuertes y desagradables, teniendo como consecuencia la pérdida de la calidad en el producto final obtenido del proceso. Para poder establecer el índice de deterioro de la materia prima utilizada se realiza la evaluación organoléptica y la determinación de Nitrógeno Volátil Total (TVN), entre otros. Cuando nos referimos a el termino Nitrógeno Volátil Total TVN incluye todas aquellas bases nitrogenadas volátiles como son la trimetilamina (producida por el deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas en la etapa de almacenamiento en congelación), amoníaco (producido por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y ademas compuestos nitrogenados básicos volátiles que se asocian con el deterioro de los productos pesqueros. Su determinación expresa cuantitativamente el contenido de bases volátiles de bajo peso molecular (Huss, 1998), y su análisis es determinante y sumamente importante para determinar la calidad del producto final. El objetivo del trabajo fue determinar la influencia del nitrógeno volátil total en la materia prima utilizada en la elaboración de harina de pescado producida en la empresa TADEL S.A. (Manta-Ecuador).

### **III. 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.

## **IV. HIPOTESIS**

El aumento de TVN Nitrógeno Volátil Total en la harina de pescado industrial, influye directamente sobre sus características bromatológicas de calidad.

## **V. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **5.1. Pescado**

El término pescado se refiere a los peces que se usan como alimento. Estos peces pueden ser pescados en el agua de océanos, mares, ríos, pero también pueden ser criados mediante técnicas de acuicultura. En concordancia con los distintos tipos de peces, se obtienen distintos tipos de pescado. El término se aplica simplemente a los peces, de ahí la palabra pescado, y desde la caída del Imperio romano hasta los inicios de la Edad Moderna se aplicaba incluso a ciertas aves acuáticas como los patos, los gansos y las barnaclas, que eran comidos en cuaresma, cuando no se podía comer otra carne que la de pescados y mariscos ya que, por una leyenda atribuida a las barnaclas, que las consideraba una metamorfosis de ciertos bivalvos, se clasificaba a estas aves como pescado (Salazar, 2001).

#### **5.1.1. Composición**

El contenido proteico ronda el 17% y varía muy poco entre una especie y otra. Esto significa que las harinas obtenidas de distintas especies tendrán un contenido proteico muy semejante, a excepción de las harinas elaboradas a partir de residuos de pescado o de mariscos que darán harinas de bajo porcentaje en proteínas y alto en cenizas (por las conchas, espinas, cabeza, etc.). Asimismo, cuando se utiliza materia prima de una misma especie, pero de diferente tamaño, la de menor tamaño dará un producto de menor contenido proteico y mayor contenido en cenizas (Windsor, y Barlow, 1983; Tanikawa, 1985). Respecto a la composición en aminoácidos de las proteínas del pescado, es similar al de la carne vacuna y de mayor valor biológico que las proteínas de origen vegetal (Belitz y Grosch, 1997).

**Tabla 1.** Composición proximal de algunas especies de pescado

| Especies  | Proteína(%)<br>(N x 6,25) | Grasa (%) | Agua (%) | Cenizas(%) | Referencia              |
|---|---------------------------|-----------|----------|------------|-------------------------|
| <b>Merluza</b><br>( <i>Merluccius merluccius</i> )        | 17,0                      | 2,0       | 79,0     | 3,0        | FAO (1986)              |
| <b>Bacalao</b><br>( <i>Gadus morhua</i> )                 | 17,0                      | 0,3       | 82,0     | 1,0        | Lupin (1981)            |
| <b>Faneca noruega</b><br>( <i>Trisopterus esmarkii</i> )  | 16,0                      | 5,5       | 73,0     | 3,0        | FAO (1986)              |
| <b>Anchoveta</b><br>( <i>Engraulis ringens</i> )          | 18,0                      | 6,0       | 78,0     | 2,5        | FAO (1986)              |
| <b>Anchoíta</b><br>( <i>Engraulis anchoita</i> )          | 18,9                      | 5,2       | 74,2     | 1,15       | Lupin (1981)            |
| <b>Arenque de invierno</b><br>( <i>Clupea harengus</i> )  | 18,2                      | 11,0      | 70,0     | 2,0        | FAO (1986)              |
| <b>Arenque de primavera</b><br>( <i>Clupea harengus</i> ) | 18,0                      | 8,0       | 72,0     | 2,0        | FAO (1986)              |
| <b>Sardina</b><br>( <i>Clupea pilchardus</i> )            | 19,0                      | 5,0       | 74,0     | -          | Lupin (1981)            |
| <b>Sardina fueguina</b><br>( <i>Clupea fuegensis</i> )    | 14,0                      | 8,9       | 70,2     | -          | Yeannes y Colab. (1976) |
| <b>Caballa</b> ( <i>Scomber Japonicus marplatensis</i> )  | 22,0                      | 15,3      | 60,7     | 1,4        | Lupin (1981)            |
| <b>Caballa</b><br>( <i>Scomber Japonicus</i> )            | 19,4                      | 11,3      | 66,5     | 1,6        | Casales y colab. (1991) |
| <b>Jurel</b> ( <i>Trachurus Picturatus murphyi</i> )      | 19,7                      | 4,0       | 75,0     | 1,2        | ITP (1996)              |
| <b>Capelán</b><br>( <i>Mallotus villosus</i> )            | 14,0                      | 10,0      | 75,0     | 2,0        | FAO (1986)              |
| <b>Lacha tirana</b><br>( <i>Brevoortia tyrannus</i> )     | 17,9                      | 13,0      | 67,7     | -          | Frimodt, 1995           |

**Fuente:** (Izquierdo et al., 2000)

En cuanto al contenido de materia grasa, se observa gran variación entre una especie y otra. Se relaciona inversamente con el contenido de humedad y varía en el pescado en función de: la especie; la edad; el ciclo sexual; la alimentación; la estación del año, en invierno se produce un aumento en el contenido de materia grasa y disminuye el contenido de humedad mientras que en los meses de verano sucede en forma inversa (Suzuki, 1987). Esta variación estacional se debe a la necesidad que tienen los peces de mayor contenido de energía en los meses de invierno y de mayor refrigeración durante el verano (Zaldívar, 1996). La materia grasa también varía de acuerdo a la zona del cuerpo, las especies magras utilizan el hígado como depósito de energía y contienen muy poca grasa en el músculo, mientras que las especies grasas contienen grasa en el músculo tanto como en las vísceras (Kreuzer, 1974). Por lo tanto, las diferencias

existentes entre las diversas especies darán lugar, no a harinas de pescado de tipo muy diferentes, sino a diferentes rendimientos en aceite (Windsor y Barlow, 1983). Una característica de la grasa de pescado es su alto contenido de ácidos grasos insaturados, ácidos poliénicos omega-3 ( $\omega$ 3) con 5 y 6 dobles enlaces y una relativa escasez de tocoferoles de acción antioxidante, por lo que se enrancian con facilidad (Belitz y Grosch, 1997).

Otros componentes del pescado son los compuestos nitrogenados no proteicos, como la urea (alta concentración en especies cartilaginosas), los aminoácidos libres, las aminas volátiles y el óxido de trimetilamina (OTMA), componente típico del músculo de los peces de agua de mar. El OTMA se reduce a trimetilamina (TMA) después de la muerte del pez y es el responsable del olor a pescado característico. En general, el músculo rojo contiene más TMA que el blanco (atún, caballa, sardina, etc. son peces con gran proporción de músculo rojo). También existen otros componentes que no son significativos en su relación porcentual y varían mucho con la especie como, colesterol, pigmentos (carotenoides en algunos mariscos y peces marinos) y vitaminas (ricos en vitaminas A, D Y del complejo B) (Suzuki, 1987; Primo, 1998).

### **5.1.2. Deterioro de la Materia Prima**

El pescado crudo es un recurso fácilmente alterable y cuando el tiempo que transcurre entre la captura y su procesamiento es largo se producen una serie de transformaciones en los componentes más importantes del pescado como son las proteínas y la grasa. La degradación de la materia prima es un proceso bioquímico que básicamente depende de la temperatura. La mayor o menor descomposición del pescado se manifiesta en cambios físicos (ablandamiento de textura, pérdida de líquidos, cambios de coloración, olor, etc.) y cambios químicos (formación de compuestos tóxicos y aumento del nitrógeno básico volátil) que dificultan el proceso de elaboración y disminuyen la calidad del producto final (Zaldívar, 1992; Au Díaz, 1996a).

Este proceso se inicia en el momento de la captura, por acción de enzimas propias del pescado (tisulares y digestivas) que continúan su acción después de la muerte provocando la autodigestión o autólisis. Las vísceras del pescado contienen enzimas proteolíticas y lipolíticas que pueden producir la ruptura de la cavidad abdominal, ablandamiento del músculo y pérdida de grandes cantidades de líquido, que arrastra aceite y proteínas. Los cambios principalmente observables en el músculo del pescado, debido a procesos autolíticos, son el desarrollo y terminación del rigor mortis (Lupín, 1987).

Cuando la piel y el peritoneo pierden su capacidad de impedir el paso de microorganismos, comienza la invasión microbiana del músculo (inicialmente estéril) a partir de la contaminación inicial en piel, agallas y cavidad abdominal, donde el sistema sanguíneo se convierte en una fuente interna de contaminación. Esto trae como consecuencia la presencia de nuevos sistemas enzimáticos que causan las siguientes reacciones de degradación de los compuestos musculares (Ortiz, 2003).

En primer lugar, se produce una rápida utilización y metabolismo de los compuestos de bajo peso molecular como aminoácidos libres, OTMA, dipéptidos, ácidos grasos, etc. que da lugar a cambios observables como olor a aldehídos y cetonas y aumento del nitrógeno básico volátil (NBV). Cuando la concentración de estos compuestos disminuye los microorganismos comienzan a utilizar los de alto peso molecular por acción de proteasas y lipasas específicas (Ortiz, 2003).

## **5.2. Control y 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: (Mal olor, mal aspecto exterior, la textura de los tejidos se vuelve blanda, químicamente, se observa la aparición de productos tóxicos como: (Histamina, Cadaverina, Putrescina, Espermidina, Trimetilaminas y dimetilaminas (aumento TVN), (Segovia, 2015).

Uno de los principales problemas en la producción de harina de pescado especial (Prime o Superarme), 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 y 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 y 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. (González, 2009).

### **5.3. 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).

#### **5.3.1 Composición**

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. 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).

**Tabla 2.** Composición de harina de pescado

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| <b>Grasa</b>     | <b>10 % máx.</b> |
| <b>Proteína</b>  | 60-72 %          |
| <b>Humedad</b>   | 10 % máx.        |
| <b>Impurezas</b> | Ausencia         |
| <b>Ceniza</b>    | 18 % máx.        |

**Fuente:** Segovia, 2015

### **5.3.2 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).

### **5.3.3 Características Microscópicas**

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

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).

#### **5.3.4 Usos**

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

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).

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 3.** Porcentaje de harina de pescado según las dietas utilizadas en animales

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

**Fuente:** FAO, 2013

### **5.3.5 Producción Mundial**

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 de toneladas, (Acosta y Paniagua, 2011).

Según las estadísticas mundiales publicadas por FAO (2001), la captura mundial de pescado, a partir de pesca extractiva y acuicultura, fue de unos 126 millones de toneladas en 1999. De ese total, el 77% se destinó al consumo humano directo (fresco, congelado, curado y conservas) mientras que el restante 23% se usó en su gran mayoría como materia prima para la industria reductora (harina y aceite de pescado). No se incluyen en ese 23%, las cantidades de materia prima que, como restos de industrias fileteadoras y conserveras, van también a la fabricación de harina y aceite de pescado (Acosta y Paniagua, 2011).

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

Atlántico Sur Oriental, en el mar de Japón y en el mar que baña el norte de Europa (Noruega, Islandia y Dinamarca). Otros factores determinantes para el desarrollo de la industria reductora son el acceso a capital y tecnología, así como la situación de infraestructura y puertos, que inciden sobre todo en calidades y métodos de embarque. La industria europea, históricamente y por su nivel de desarrollo, ha tenido ventaja sobre el resto en este aspecto, sin embargo, estas diferencias tienden a reducirse rápidamente con la actual dinámica de transferencia tecnológica (Zaldívar, 1998b).

### **5.3.6 Mercados**

Más del 55% de la producción de harina de pescado es comercializada en el mercado de exportación. Chile y Perú, son los principales exportadores e integran junto con Dinamarca, Islandia, Noruega y Sudáfrica, la Organización de exportadores de harina de pescado (FEO), la cual es responsable del 80% del total de exportación de harina a nivel mundial. El mercado de la harina de pescado cuenta con consumidores heterogéneos y muy diversificados. Los principales consumidores son los países del Lejano Oriente (China, Japón, Taiwán, Tailandia e Indonesia), donde el consumo está orientado básicamente hacia el sector acuícola. China representa alrededor de la mitad del total del consumo mundial y es el principal productor de acuicultura (principalmente de carpa y tilapia) (González, 1997; Caro, 1999; Barlow, 1990; Pike y Barlow, 2002).

Alemania, es otro gran comprador de harina de pescado, que a su vez exporta a otros países, mayoritariamente a los de Europa Oriental. Otros mercados relevantes de ultramar son Holanda, Italia, Sudáfrica, EE.UU. y Canadá. Por su parte, en América Latina el comercio tiene también gran importancia en países como Ecuador, Venezuela, Colombia, México y Honduras (Donoso, 1993; Caro, 1999).

La harina de pescado se utiliza principalmente como refuerzo proteico en la alimentación de animales de cría (aves, cerdos, rumiantes y peces, entre otros)

y su consumo ha ido variando por parte de las diferentes especies a lo largo de esta última década. Barlow. (2001).

Este explosivo desarrollo de la acuicultura en los últimos años, especialmente de cultivos marinos (salmón, trucha, camarón, etc.), cuyo alimento es preparado con un alto porcentaje de harina de pescado, modificó sustancialmente la industria reductora, aumentando la demanda por parte de este sector y generando la necesidad de producir harinas de pescado especiales, de mayor calidad que la utilizada para alimentación de aves y cerdos, conocidas como "harinas Prime", (Achurra, 1988; Pike, 1990; Zaldívar, 1994a, 1998b; Hempel, 2001). Asimismo, el desarrollo de harinas especiales permitió ampliar aún más el campo de utilización de las harinas de pescado, como es la alimentación de animales de peletería, alimentación de rumiantes para producción de carnes finas y leche y en la preparación de sustitutos de leche para cerdos destetados a temprana edad (Zaldívar, 1995; Caro, 1999).

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).

### **5.3.7 Materia Prima Utilizada para la Elaboración de Harina de Pescado**

Cualquier pescado o marisco puede ser utilizado para elaborar harina de pescado. El pescado utilizado como materia prima se puede clasificar en tres categorías: a) pescado industrial, b) especies acompañantes y c) excedente de pescado y residuos de otras industrias, (Ortiz, 2003).

- a) Pescado capturado con la única finalidad de producir harina de pescado, llamado "pescado industrial", generalmente constituido por especies pelágicas (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986). Son mayormente pescados no comestibles, de gran abundancia y fácil captura, que por su alto contenido de materia grasa se encuentran expuestos a una rápida oxidación que les confiere sabores fuertes que la población no acepta, o que por su pequeño tamaño son muy delicados y a veces no resulta práctico elaborarlos de otra forma, o por cualquier otro motivo que dificulte su consumo humano directo (Kreuzer, 1974; Cifuentes, 2002a). Dentro de estas especies industriales encontramos, los pequeños pelágicos del Océano Pacífico Sur, tales como, anchoveta, sardina, caballa y jurel, que constituyen la principal materia prima de Perú y Chile y otros países de la región como, Ecuador, Panamá y México. También lanzón, capelán y faneca noruega en Europa (Caro, 1999; IFFO, 2001) y lacha tirana ("menhaden") en Estados Unidos (Lee, 1968).
- b) Especies acompañantes: son especies diversas que aparecen en la red en pequeñas cantidades acompañando a la especie principal del cardumen, por lo que tiene escaso o nulo valor comercial (FAO, 1986). Por ejemplo, el jurel resulta una especie acompañante en la captura de anchoíta en Argentina.
- c) Excedente de pescado (pescado no vendido) y residuos de fábricas de fileteado y fábricas de conservas (cabeza, vísceras, esqueleto, espinas, piel y escamas), son la principal materia prima de la industria harinera de Argentina, Brasil y Uruguay. (FAO, 1986; Caro, 1999).

En cuanto a los moluscos y crustáceos, se aprovechan las valvas, así como aquellos pequeños ejemplares que no se pueden vender para consumo humano directo (FAO, 1986).

### **5.3.7.1. Proceso de Elaboración de la 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. 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, 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, 2014).

### **5.3.7.2 Usos**

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).

El creciente costo 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, 1993).

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).

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).

### 5.3.7.3 Requisitos Bromatológicos de la Harina de Pescado

**Tabla 4.** Norma INEN472 (requisitos bromatológicos para harina de pescado) primera revisión 1988-04.

| Requisitos                     | Mín.<br>% | Máx.<br>% | 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:** Instituto Nacional de Pesca, 2012

### 5.3.7.4 Clasificación de Harinas

**Tabla 5.** Tipos de harinas en el mercado

|  |
|--|
| <b>Súper prime:</b> 68% de proteína; 500ppm de histamina; TVN 100mg/100g |
| <b>Prime:</b> 67% de proteína; 1000ppm de histamina; TVN 120mg/100g.     |
| <b>Estándar:</b> 65% de proteína; 1000ppm de histamina; TVN 120mg/100g.  |
| <b>Baja:</b> 60% de proteína; 1000ppm de histamina; TVN 120mg/100g.      |

**Tabla 6.** Plantas productoras de harina de pescado en Ecuador

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

**Fuente:** INP (Instituto Nacional de Pesca, 2014).

### **5.3.7.5 Gestión de Calidad del Producto**

Se realizan los siguientes controles 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.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **6.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio**

La presente investigación fue realizada en el laboratorio de control de calidad de la empresa TADEL S.A. ubicada en el Km 7.5 Vía Manta- Rocafuerte - Jaramijó, en el mes de mayo del año 2018.

### **6.2 Recolección de Muestras**

La toma de muestras se realizó semanalmente, en la materia prima, en la fase de producción y en el producto terminado.

La recolección de las muestras fue realizada en las semanas desde (02 – 04 de mayo, 07 - 11 de mayo, 14 – 18 de mayo, 21 – 25 de mayo y desde el 28 - 01 de junio del 2018). Se transportaron las muestras cumpliendo con las condiciones adecuadas de transporte y manipulación para evitar que exista alguna contaminación o alteración de las muestras.

### **6.3 Tipo de Estudio**

En este trabajo se utilizó un estudio a nivel exploratorio e indicativo, donde se buscó conocer si los niveles de TVN influyen en la producción y calidad final de la harina de pescado.

### **6.4 Análisis de las Muestras**

Cada muestra fue analizada por triplicado durante cuatro semanas consecutivas, se realizó análisis de TVN en 60 muestras para determinar la influencia en la calidad del producto final (harina de pescado).

#### **6.4.1. Determinación de TVN**

El análisis de TVN se realizó de acuerdo a la metodología descrita por la Norma P-LQ-12 RED NCH 2668. OF 2001 (Chile). Aprobada por la OAE (Organismo de Acreditación Ecuatoriano).

#### **Materiales y Equipos**

- ❖ Balón de Kjeldah de 800 mL
- ❖ Matraz de 250 mL
- ❖ Equipo digestor
- ❖ Pipetas
- ❖ Balanza analítica
- ❖ Espátulas
- ❖ Plancha de calefacción
- ❖ Soporte universal
- ❖ Pinza para soporte universal
- ❖ Probeta dispensadora

#### **Reactivos**

- Agua destilada
- Oxido de Magnesio
- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico
- Rojo Metílico

#### **6.4.2. Procedimiento**

Se pesan 10 g de la muestra en la balanza analítica, se coloca la muestra dentro del balón, se pesa 2 g de Oxido de Magnesio y se coloca dentro del balón. Posteriormente se vierte 50 mL de agua destilada en el interior.

Se coloca 25 ml de ácido bórico en el matraz, al cual se le agrega 6 gotas de rojo metílico.

Se coloca el balón en un extremo del tubo digestor, y el matraz que contiene ácido bórico se coloca en el otro extremo del tubo digestor.

Se procede a instalar una plancha calefactora debajo del balón con la muestra hasta que esta se haya evaporado totalmente, se retira el matraz y se procede a realizar la titulación de la muestra con ácido clorhídrico.

Obtenida la destilación en el matraz se procede a la titulación del mismo.

### **Fórmula para calcular Nitrógeno Volátil Total TVN**

$$\text{TVN (mg/100 g de muestra)} = \frac{V \cdot N \cdot 14}{M} \times 100$$

**M1**= Volumen de ácido clorhídrico empleado en la valoración de la muestra (mL).

**N**= Normalidad del ácido clorhídrico

**M**= Masa de la muestra en gramos (10g).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en la Materia Prima Utilizada en la Elaboración de Harina de Pescado

En este estudio de caso se analizaron 60 muestras en total provenientes de la Empresa TADEL S.A. ubicada en el Km 7 1/2 Vía Manta- Rocafuerte; Manabí, la toma de muestra se realizó desde el 02 de mayo al 02 de junio del 2018, a todas las muestras se le realizaron análisis de TVN (Nitrógeno Volátil Total) para determinar si los niveles altos de este influyen en las características organolépticas y de calidad en el producto final (harina de pescado). Los resultados que se muestran a continuación en la tabla 7, indican que los niveles de TVN varían en cuanto al estado de la materia prima que ingresa a la línea de proceso, ya que se receipta el producto de varias empresas y comerciantes de mariscos. La materia prima que se utilizó en el proceso comprendía (10% peces pelágicos pequeños, viseras y desperdicios del mercado de playita mía, y 90% de scrap que comprende sangre, desperdicios de empresas atuneras).

**Tabla 7.** Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en muestras de materia prima, utilizada en la elaboración de (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A.

| Muestra | Semana 1<br>02 – 04 mayo | Semana 2<br>07 – 11 mayo | Semana 3<br>14 – 18 mayo | Semana 4<br>21 – 25 mayo | Semana 5<br>28 – 01 junio |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| M.P.    | 51,33                    | 57,33                    | 51,66                    | 47,33                    | 49,33                     |
| M.P.    | 66,66                    | 50,00                    | 50,00                    | 46,33                    | 49,66                     |
| M.P.    | 54,33                    | 56,66                    | 45,66                    | 42,66                    | 149,00                    |
| M.P.    | 50,00                    | 47,33                    | 49,33                    | 40,66                    | 48,00                     |
| M.P.    | 66,00                    | 56,66                    | 51,33                    | 48,00                    | 152,00                    |

**Elaborado por:** Vélez Yanina, 2018

**M.P.:** Materia prima antes de ser procesada

**TVN (mg N/100g):** Miligramos de Nitrógeno/100 gramos de muestra

**Sombreado amarillo:** Niveles de TVN considerados elevados

Desde la semana 1 hasta la semana 4 no se registró niveles de TVN por encima de lo ideal, a diferencia de la semana 5 en donde sí se registró una variación de niveles de TVN mostrando valores de 149 y 152 (mg N/100g), lo que indica que la materia prima utilizada en el proceso estaba en estado de descomposición. El TVN es un análisis el cual identifica bases formadas por trimetilamina, dimetilamina y amoníaco. Estos compuestos se presentan cuando existe proceso de deterioro en la materia prima, y son más evidentes, o se encuentran en mayor proporción a medida que aumenta la descomposición de la materia orgánica.

## 7.2. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en el Proceso de Elaboración de Harina de Pescado

Los resultados que se muestran en la tabla 8 indican que los niveles de TVN varían y aumentan durante el proceso de producción, desde la semana 1 hasta la semana 5 todos los niveles de TVN se mantienen en rangos desde 122 (mg N/100g) hasta 167 (mg N/100g), esta variación en línea de proceso se debe a que se receipta el producto de varias empresas y comerciantes de mariscos, cabe mencionar que estos resultados no superan el límite máximo que es 200 mg N/100g de muestra.

**Tabla 8.** Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en el proceso de elaboración de (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A.

| <b>Muestra</b> | <b>Semana 1<br/>02 – 04 mayo</b> | <b>Semana 2<br/>07 – 11 mayo</b> | <b>Semana 3<br/>14 – 18 mayo</b> | <b>Semana 4<br/>21 – 25 mayo</b> | <b>Semana 5<br/>28 – 01 junio</b> |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Tolva          | 150,00                           | 147,00                           | 128,00                           | 135,00                           | 145,00                            |
| Tolva          | 160,00                           | 158,00                           | 149,00                           | 143,00                           | 156,00                            |
| Tolva          | 155,00                           | 152,00                           | 147,00                           | 136,00                           | 167,00                            |
| Tolva          | 137,00                           | 160,00                           | 153,00                           | 144,00                           | 146,00                            |
| Tolva          | 122,00                           | 142,00                           | 160,00                           | 137,00                           | 133,00                            |

**Elaborado por:** Vélez Yanina, 2018

**Tolva:** Parte del proceso de elaboración de harina

**TVN (mg N/100g):** Miligramos de Nitrógeno/100 gramos de muestra

Los resultados de TVN son determinantes al momento de ser asociados con un producto en descomposición por microorganismos y de mala calidad, aunque se dé un buen tratamiento en todo el proceso, el nivel alto de nitrógeno volátil total hace que existan cuantiosas pérdidas en los procesos de elaboración de harina de pescado.

### 7.3. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en la Línea de Producción de Harina de Pescado

Se realizó una corrida de todo el proceso utilizando materia prima de mala calidad, y los resultados obtenidos son congruentes a el estado de descomposición inicial, dando como resultado un producto con muy mala calidad con valores de TVN muy por encima de lo permitido (tabla 9), 4 de las 5 muestras utilizadas sobrepasaron los 200mgN/100g que es el límite para categorizar la calidad del producto.

El aumento en el TVN durante el proceso de producción se debe al uso de materia prima que ya está iniciando un proceso de descomposición, lo cual se traduce en la aparición de trimetilamina, dimetilamina y amoníaco, estos compuestos son indicadores de los procesos de degradación de la materia prima utilizada en la elaboración de harina de pescado.

**Tabla 9.** Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en la línea del proceso de (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A.

| Análisis de TVN en línea de proceso (mgN/100g) |                |               |      |             |     |             |                |
|--|----------------|---------------|------|-------------|-----|-------------|----------------|
| Tolva  | Entrada cocina | Salida prensa | Agua | Concentrado | Mix | Salida tubo | Producto Final |
| 148  | 149            | 131           | 168  | 498         | 179 | 199         | 229            |
| 78   | 82             | 68            | 166  | 437         | 139 | 178         | 201            |
| 54   | 62             | 56            | 194  | 401         | 115 | 155         | 170            |
| 184  | 193            | 182           | 289  | 424         | 214 | 232         | 268            |
| 78   | 58             | 59            | 173  | 463         | 210 | 178         | 201            |

**Elaborado por:** Vélez Yanina, 2018

**TVN (mg N/100g):** Miligramos de Nitrógeno/100 gramos de muestra

**Sombreado amarillo:** Niveles de TVN por encima del límite de buena calidad (200mgN/100g)

**Sombreado rojo:** Niveles de TVN altos en el proceso (dan como resultado un producto final de menor calidad)

El pescado y sus subproductos son alimentos de alto valor nutritivo y susceptibles al deterioro. Dicho deterioro está dado por acciones químicas, la acción enzimática endógena y exógena, y actividad microbiana. Esto produce un ablandamiento excesivo de los tejidos con la consecuente pérdida de agua, aparición de olores y sabores desagradables, desencadenando en la pérdida de calidad y frescura del mismo. Para determinar el grado de frescura y calidad del pescado se utilizan diferentes análisis como la evaluación sensorial del mismo, que consiste en un examen de los aspectos más importantes del mismo tales como: el olor, la apariencia general, entre otros. También se observan signos de mala manipulación como pescados aplastados o lastimados. Otro análisis ampliamente utilizado para determinar la calidad es el porcentaje de Nitrógeno Volátil Total (TVN), que consiste en cuantificar las bases formadas por trimetilamina, dimetilamina y amoníaco. Estos compuestos son producidos a medida que avanza el deterioro de los productos pesqueros (Tapia, 2016).

El deterioro del pescado produce olores y sabores desagradables, con la consecuente pérdida de la calidad del mismo. Para determinar el índice de deterioro del pescado se realiza la evaluación sensorial, análisis microbiológicos y la determinación de Nitrógeno Volátil Total (TVN), entre otros. El término TVN incluye todas aquellas bases nitrogenadas volátiles como son la trimetilamina (producida por el deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas durante el almacenamiento en congelación), amoníaco (producido por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y otros compuestos nitrogenados básicos volátiles asociados con el deterioro de los productos pesqueros (Tapia, 2016). Su determinación expresa cuantitativamente el contenido de bases volátiles de bajo peso molecular (Huss, 1998).

#### **7.4. Análisis de Nitrógeno Volátil Total (TVN) en el Producto Final (Harina de Pescado)**

Se realizó análisis de TVN en el producto final, y los resultados son congruentes al estado de descomposición inicial de la materia prima, dando como resultado

un producto con muy mala calidad, reportándose dos muestras con valores de TVN muy por encima de lo permitido (tabla 10).

Los resultados indican que existe presencia de compuestos trimetilamina, dimetilamina y amoníaco, que son responsables del nivel alto de TVN en el producto final debido a la utilización de una materia prima en estado de degradación.

**Tabla 10.** Análisis de TVN (mg N/100g) realizado en el producto final (harina de pescado) en la empresa TADEL S.A.

| Muestra | Semana 1<br>02 – 04 mayo | Semana 2<br>07 – 11 mayo | Semana 3<br>14 – 18 mayo | Semana 4<br>21 – 25 mayo | Semana 5<br>28 – 01 junio |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| P.T.    | 153,99                   | 171,99                   | 154,98                   | 141,99                   | 147,99                    |
| P.T.    | 199,98                   | 150,00                   | 150,00                   | 138,99                   | 148,98                    |
| P.T.    | 162,99                   | 169,98                   | 136,98                   | 127,98                   | 230,00                    |
| P.T.    | 150,00                   | 141,99                   | 147,99                   | 121,98                   | 144,00                    |
| P.T.    | 198,00                   | 169,98                   | 153,99                   | 144,00                   | 269,00                    |

**Elaborado por:** Vélez Yanina, 2018

**P.T.:** Producto terminado (Harina de pescado)

**TVN (mg N/100g):** Miligramos de Nitrógeno/100 gramos de muestra

**Sombreado amarillo:** Niveles de TVN por encima del límite de buena calidad (200mgN/100g)

En los datos obtenidos se pudo comprobar que el índice de TVN elevado da como resultado un producto de muy mala calidad, esto se evidencio en la semana 4 donde un lote de producción 3 y 5 (sombreados de amarillo) presento problemas con un alto nivel de TVN en la materia prima, lo que originó un producto con olor muy fuerte y putrefacto sobrepasando el límite de calidad 200 mgN/100g establecido por el Reglamento (UE) n° 2074/2005 de la comisión de la Unión Europea para la determinación de TVN, obteniendo que los lotes 3 y 5 presentaron niveles de TVN con valores de 230 y 269 mgN/100g respectivamente.

Con el progresivo deterioro de las materias primas, la proteína se degrada a moléculas más pequeñas tipo péptidos, aminoácidos libres, aminos biógenas y TVN. Cuando esto sucede, se forman más  $\text{NH}_4$  libres. Al titular estos grupos con NaOH va a ser posible observar el nivel de degradación.

### **7.5. Influencia de TVN en la harina de pescado producida en la empresa TADEL S.A.**

Una harina de pescado de buena calidad debe tener como máximo entre 100 y 150 mg/100g de nitrógeno en el análisis de TVN (Au Díaz, 1996 b), para lo cual será necesario que este valor no exceda los 50 mg de TVN /100g en la materia prima que es recepcionada (Zaldívar, 1995).

Por lo general, una harina entera contiene de un 15 a un 30% de solubles. Si hacemos un cálculo teórico con un 30% de solubles en el producto, obtendremos una harina entera con un TVN de 106 mg N/100 g de materia seca libre de grasa. Este contenido está al mismo nivel que el de la harina de torta de prensado del producto, incluso aunque el TVN de las materias primas es 4 o 5 veces más elevado en el caso del producto final (Sandbol, 1993).

El TVN es considerado todavía en algunos países como un criterio de calidad para las harinas de pescado. Probablemente, la razón es que puede ser usado para medir la calidad de la materia prima. El TVN aumenta en la medida en que aumenta la degradación. Se pensó, por tanto, que la presencia del TVN en las harinas era un reflejo de esto, aunque esta suposición sólo es aceptable si se trata de harinas de pescado elaboradas exactamente bajo las mismas condiciones de fabricación. Kristensen (1989) estudió la concentración de TVN durante la producción de harina de pescado en una planta piloto, (Sandbol, 1993).

En cuanto al TVN hay que decir que las aminos biógenas están en función de la fracción hidrosoluble y, por lo tanto, el contenido en la harina puede ser reducido

excluyendo algunos de los solubles. Con un grado razonable de seguridad es posible determinar si esta operación ha sido llevada a cabo.

Los análisis y técnicas que se puedan utilizar para evaluar la calidad del producto final en el proceso de elaboración de harina de pescado es de mucha importancia tanto para el fabricante como para el comprador. El industrial no tiene ningún beneficio en proveer un producto que no se ajuste a las determinaciones del mercado nacional e internacional. Los mercados a largo plazo deben resultar rentables para todas las partes interesadas, por esta razón tanto como los productores y compradores están obligados a buscar e imponer condiciones comerciales de calidad y métodos de control para así obtener un producto de calidad, competitivo y de mucha importancia para los consumidores.

## VIII. CONCLUSIONES

1. En la empresa TADEL S.A. se realizaron los respectivos análisis de (Nitrógeno Volátil Total) TVN en la materia prima, se obtuvo como resultado que en las primeras 4 semanas no se evidenció ninguna variación en los niveles de TVN, mientras que en la semana 5 presentó valores por encima de lo normal en la materia prima de 2 proveedores, lo cual indica que existió una degradación de la materia prima, la cual fue utilizada para realizar el proceso de obtención de harina de pescado.
2. Los análisis de TVN realizados en el proceso de elaboración de harina de pescado indican que, aunque los valores de los resultados fueron diferentes entre los procesos evaluados y durante las 5 semanas que se valoró el proceso, ninguna de las muestras presentó niveles altos de TVN.
3. En el producto final se podrían utilizar varios criterios para determinar la calidad final de la harina de pescado. Las pruebas que se realizan a las materias primas antes del procesamiento y al producto obtenido del proceso, han confirmado que las harinas de pescado de calidad especial son aquellas en las que se logra controlar la degradación.
4. El análisis de TVN realizado en la empresa TADEL S.A. es determinante para poder obtener un producto final de muy buena calidad y poder obtener así un buen precio al momento de realizar las ventas o las exportaciones.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar los análisis de TVN a toda la materia prima que ingresa, estos análisis deben ir complementados con los análisis organolépticos para evitar la presencia de niveles elevados de TVN en el producto final.
2. En cuanto al proceso de elaboración de la harina de pescado, se recomienda determinar los puntos críticos de control, debido a que cuando se realiza el análisis de TVN, no se deduce en que parte del proceso se pudo haber fallado.
3. Se recomienda efectuar el análisis de TVN en la materia prima, en el proceso y finalmente en el producto terminado, ya que de esto depende la buena o mala calidad del producto final, y esto es determinante al momento de colocar el producto en el mercado tanto nacional como internacional.
4. Se recomienda que se debe de mejorar la recepción de la materia prima en la empresa TADEL S.A. ya que este proceso influye en los índices de TVN del producto final.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Achurra, M. (1988). Un desafío para Chile. Harinas de pescado: Factor de calidad y alternativas de mercados. Chile Pesquero. 45: 23-26.
- Acosta, M., Paniagua, J., Olmos, J., y Paredes, E. (2011). Primer registro de la utilización de harinas de *Salicornia bigelovii* y *Scomber japonicus* en dietas prácticas para el cultivo súper-intensivo de camarón *Litopenaeus stylirostris*. Latin american journal of aquatic research, 39(3), 409-415.
- Anderson, J., Higgs, D., Beames, R., y Rowshandeli, M. (1997). Fish meal quality assessment for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in sea water. Aquaculture Nutrition, 3(1), 25-38.
- Au, N. (1996a). Elaboración de harina de pescado de alta calidad. Curso de operación, producción con calidad. Concepción, Chile. 36 pp.
- Barlow, S., Pike, I. (1990). Fish meal and oil markets 1990: future developments. IFOMA, 2 College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Hertfordshire. AL3 4PA, UK, 10 pp.
- Belitz, H., y Grosch, W. (1997). Química de los alimentos (2 da. Ed.). Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 1087 pp.
- Bernnan, L. (2009). Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Vigo: Acribia.
- Caro, S. (1999). La Industria harinera de América Latina. Su pasado es exitoso, ¿Cuál será su futuro? Infopesca Intemaciona1.l: 7-12.
- Castro, M. (2002). Ácidos grasos omega 3: beneficios y fuentes. Interciencia, 27(3), 128-136.
- Chamberlain, G. (1993). Aquaculture trends and feed projections. World Aquaculture, 24 (1): 19-29.
- Chamberlain, G. (2009). Cultivo Sostenible del camaron: mitos y realidades.
- Cifuentes, A. (2002a). Factores de calidad en harina de pescado para su empleo en la alimentación de salmónidos. En: Curso de ciencia y tecnología de los productos pesqueros, aprovechamiento integral de los recursos del mar. Organizado por CYTED-RITAP, Museo del Mar, Mar del Plata. 2 al 4 de mayo.

- Civera, R., Goytortua, B., Rocha, M., Astorga, R., Álvarez, C., y Avalos, H. (2006). Evaluación de la sustitución parcial y total de harina de sardina con harina de cerdo en alimentos para juveniles de la tilapia del nilo *Oreochromis niloticus*: efecto sobre la supervivencia, el crecimiento y la utilización del alimento. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, s. c. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Informe técnico final. 24p.
- Connel, J. (2013). Control de la calidad del pescado. Ecuador Pesquero, 25-26.
- Cowey, C. y Cho, C. (1992). Failure of dietary putrescine to enhance the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49, 2469-2473.
- Cruz, L., Ricque, M., Nieto, M., y Tapía, M. (2000). Revisión sobre calidad de harinas y aceites de pescado para la nutrición del camarón. pp 298-326.
- Civera, R., Pérez, C., RicqueMarie, D., y Cruz, L. (1998) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18. La Paz, B.C.S., México.
- Del Valle, W. (2011). Los mejores productos alimenticios. Peru Pesqueros, 45-47.
- Donoso, R. (1993). Harinas especiales "Prime": Un mercado con grandes proyecciones. Chile Pesquero. 73: 31-34.
- El Diario. (2018). Consultado en línea: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/156110-harineras-con-mas-produccion/>
- FAO. (2013). Aminoácidos asimilables de las harinas de pescado. El Universo, pág. 2.
- FAO. (2001). Estadísticas de pesca. Productos. FAO Anuario 1999. Vol 89. FAO, Roma. 202p.
- FAO. (1986). The production of fish meal and oil. FAO: Fishery Industries Division. Fisheries. Technical Paper No. 142, Rev. 1. 63pp.
- Farro, H. (2009). Industria Pesquera. Lima: Palomino.
- Gaber, M. (2006). The effects of plant-protein-based diets supplemented with yucca on growth, digestibility, and chemical composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) Fingerlings. J. World Aquaculture Society. 37(1):74-82.

- González, J., Hutson, A., Rosinski, M., y Brow, P. (2007). Evaluation of fish meal-free diets for first feeding Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. Applied Aquaculture*. 19(3):89-99.
- González, M. 1997. Pesquenac potencia su producción de harinas especiales. *Chile Pesquero*. 96: 46-48.
- Hardy, R., y Castro, E. (1994). Characteristics of the Chilean salmonid feed industry. *Aquaculture* 124, 307-320.
- Hempel, E. (2001). Can fishmeal and fish oil supplies meet rising demand? *Seafood International*. Abril: 65-69.
- Huisman, J., van-Kempen, G., Bos, K., Verstraten, A., Fentener-van y Vlissingen, J. (1992). Effect of fish meal quality and biogenic amines on performance of piglets and chicken. *Nutrition & Food Research Annual Report, TNO Biotechnology and Chemistry Institute, Zeist, the Netherlands*, pp.12-13.
- Huss, H. (1998). *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad* Disponible en el URL: <http://www.fao.org/docrep/V7180S/v7180s00.html> (23/05/2015).
- IFFO (International Fishmeal and Fish oil Organization).(1997). *Fifh meal, its role in complementing vegetable proteins*. IFFO, Praga, República Checa.17pp.
- Instituto Nacional de Pesca. (2014). Disponible en: <http://www.institutopesca.gob.ec/estadisticas-pesqueras/>
- Instituto Nacional de Normalización, INN. (2001). *Determinación de Nitrógeno Básico Volátil Total*. Chile (Norma Chilena Oficial 2668).
- Izquierdo, P., Torres, G., Barboza, Y., Márquez, E., y Allara, M. (2000). Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(2), 187-194.
- Jensen, N. (1986). Evaluation of the influence of drying methods on the feed conversion value of fish meal for rainbow trout. *Rec. of Ann. Conf.* (1986), IFOMA, 2 College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Herts. AL3 4PA, UK, pp. 74-86.
- Kikuchi, K., y Furuta, T. (2009). Use of defatted soybean meal and blue mussel meat as substitute for fish meal in the diet of tiger puffer, *Takifugu rubripes*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(4), 472-482.

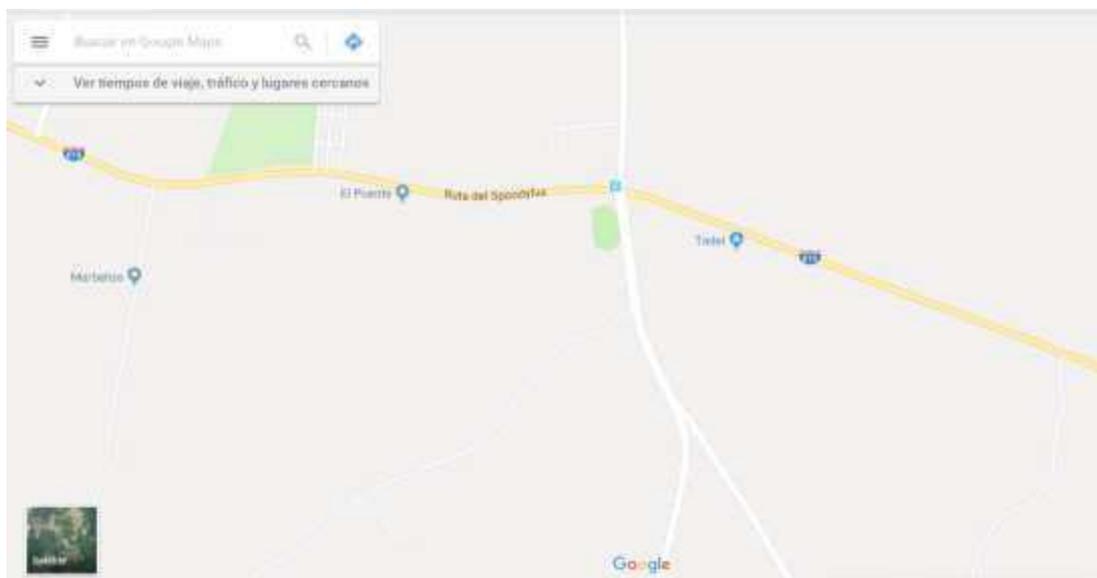
- Kreuzer, R. (1974). Fishery products. F AO. Fishing News Books. 462 pp.
- Kristensen, T. (1989) Fiskeriminist. Forsogslab., Nords.-Hirtshals.
- Lee, C. (1968). Tecnología de fabricación de harina y aceite de pescado. En: Tecnología de la industria pesquera. Capítulo 16. Ed. Stansby, M. E. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 257-281 p.
- Li, M., Peterson, C., Janes, C., y Robinson, E. (2006). Comparison of diets containing various fish meal levels on growth performance, body composition, and insulin-like growth factor-I of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus* of different strains. *Aquaculture*. 253:628-635.
- Lonsin, M. (2011). Técnicas de la ingeniería alimentaria. *El Agro*, 3.
- Lovell, T. (1989). Nutrition and feeding of fish. Auburn University. Library of Congress Cataloging in Publication Data. p.260.
- Lupín, H. (1987). Cambios en el pescado a partir de la muerte. UNMDP - CITEP. Argentina. 66 pp.
- McCallum, I., y Higgs, D. (1989). Aspects of protein utilisation in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Nutritive value of marine protein sources considering the effects of processing conditions. *Aquaculture* 77, 181-200.
- Norma, ISO. (2008). 9001: 2008. System zarządzania jakością–Wymagania.
- Olsten, K. (2012). Annual report technological. *Industries*, 22-23.
- Ortiz, D. (2003). Elaboración de Harina de Pescado (Doctoral dissertation, Tesis de licenciatura publicada. Universidad Católica de Argentina, Buenos Aires, Argentina).
- Parlamento Europeo y del Consejo (2005) REGLAMENTO (CE) n° 2074/2005. Diario Oficial de la Unión Europea. Capítulo III.
- Pastor, E. (2010). Harina y aceite de pescado. *Pesca*, 3-4.
- Pedersen, T., y Opstvedt, J. (1992). Principles of quality control Norsildmel. Paper presented at the "Seminario Internacional sobre la Calidad de Harinas de Pescado en Nutrición Animal Acuícola y Pecuaria", 16-17 Nov. 1992, Monterrey, N.L., Mexico, 12 pp.

- Pike, I., y Barlow, S. (2002). Impact of fish farming on fish stocks. In: Paper presented at Bordeaux Aquaculture and Environment Symposium. IFFO (International Fishmeal and Fish Oil Organization), UK. Consultado <http://www.iffo.org.uk/tech/tech24.htm>
- Pike, I., Andorsdóttir, G., y Mundheim, H. (1990). The role of fish meal in diets for salmonids. IAFMM Technical Bulletin No. 24, 2 College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Herts. AL3 4PA, UK, pp. 1-35.
- Primo-Yúfera, E. (1998). Química de los alimentos. Editorial Síntesis, S.A., Madrid, España. 461 pp.
- Roldan, D., y Juscamaita, J. (2010). Utilización de iones cobre en solución para la preservación a bordo de anchoveta (*Engraulis ringens* J) destinada a la elaboración de harina de pescado. *Ecología Aplicada*, 83-89.
- Romero, J., Castro, E., Díaz, A., Reveco, M., y Zaldivar, J. (1994). Evaluation of methods to certify the "premium" quality of Chilean fish meals. *Aquaculture*, 124, 351-358.
- Salazar, R. (2001). Comida y cultura: identidad y significado en el mundo contemporáneo. *Estudios de Asia y África*, 83-108.
- Sandbol, P. (1993). Nueva tecnología en la producción de harina de pescado para piensos: implicaciones sobre la evaluación de la calidad. IX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España, 8.
- Segovia, M. (2015). Influencia de la disminución del contenido de grasa en la calidad bromatológica de la harina de pescado industrial. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario con mención en gestión empresarial.
- Suzuki, T. (1987). Tecnología de las proteínas de pescado y Krill. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 230 pp.
- Tanikawa, E. (1985). Fish scrap (cake) and fish meal. In: *Marine products in Japan. Revised Edition*. Koseisha Koseikaku Co., Ud., Tokyo. 505 pp.
- Tapia, E. (2016). Determinación de Nitrógeno Básico Volátil Total en productos de la pesca.
- Valenzuela, A. y Valenzuela, R. (2014). Ácidos grasos omega-3 en la nutrición; ¿cómo aportarlos?. *Revista chilena de nutrición*, 41(2), 205-211.

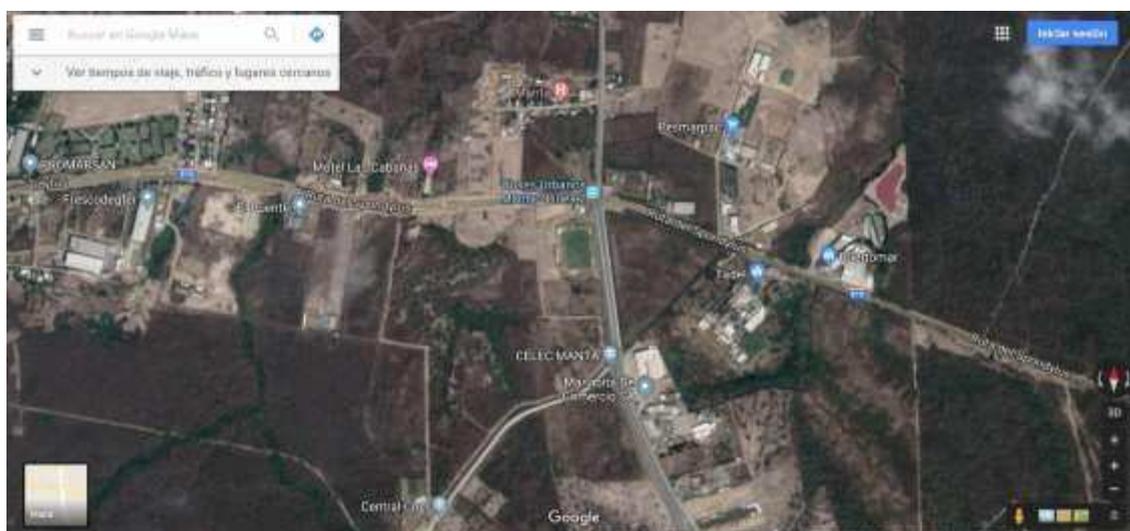
- Windsor, M. y Barlow, S. (1983). Introducción a los subproductos de la pesquería. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 1-139p.
- Zaldívar, L. (1994a). Nuevas tendencias a las harinas especiales. Chile Pesquero. 82:52-58.
- Zaldívar, L. (1994b). Salmonella y otras infecciones en las harinas de pescado. Chile Pesquero. 80: 43-47.
- Zaldívar, L. (1995). Calidad y competitividad de las harinas de pescado chilenas. Chile Pesquero. 85: 51-55.
- Zaldívar, L. (1996). Alteración de las capturas durante el almacenamiento. Chile Pesquero. 90: 47-52.
- Zaldívar, L. (1998b). Desafíos para la harina y aceite de pescado. Chile pesquero. 103: 19-26.
- Zaldívar, L. (2002). Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola. In Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola (Vol. 3).

## XI. ANEXOS

**Anexo 1.** Ubicación geográfica de la empresa TADEL en la ciudad de Manta.



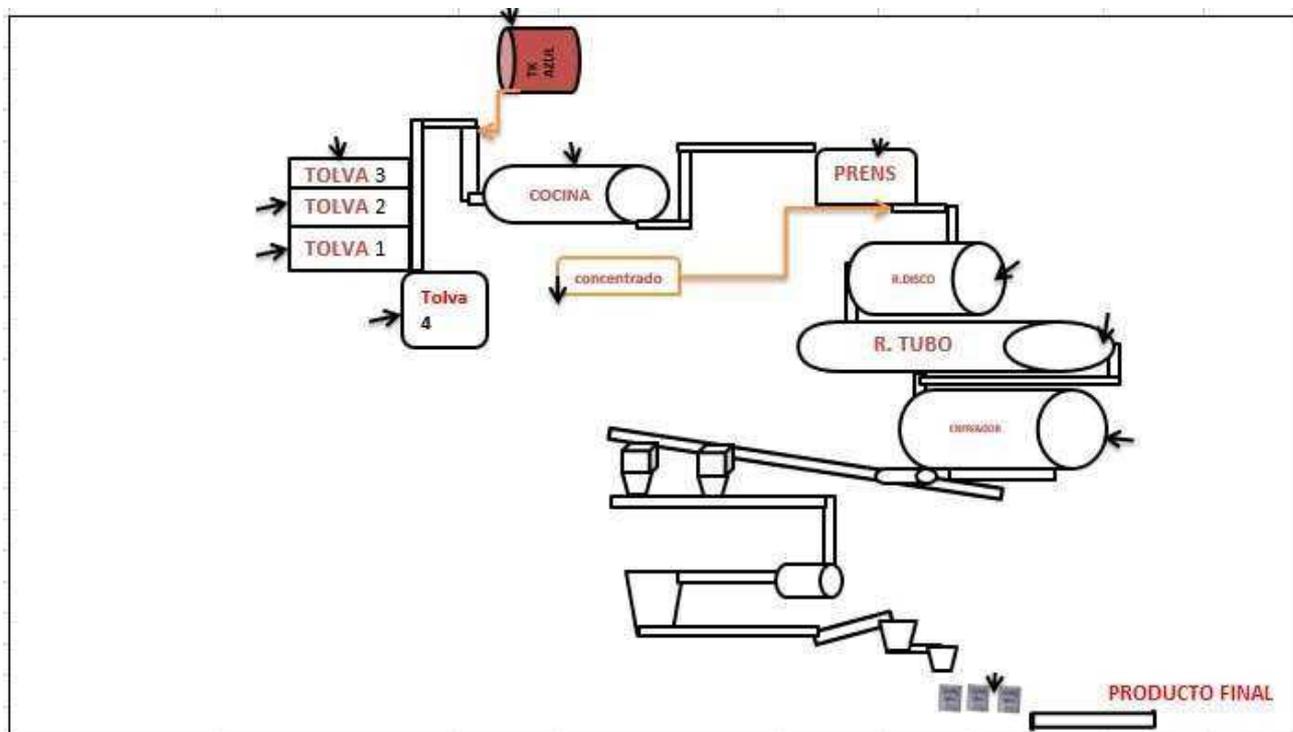
**Anexo 2.** Vista satelital de la ubicación de la empresa TADEL



**Anexo 3.** Bitácora del análisis de TVN realizados en la producción de la Empresa TADEL S.A.

| <b>Esquema de análisis TVN (Nitrógeno Volátil Total)</b> |                                   |                                   |                                   |                                   |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Martes 02 de mayo hasta viernes 04 de mayo - 2018        |                                   |                                   |                                   |                                   |
| <b>Lunes</b>   | <b>Martes</b>                     | <b>Miércoles</b>                  | <b>Jueves</b>                     | <b>Viernes</b>                    |
| NO se realizó análisis                                   | Toma de muestra y análisis de TVN |
| Lunes 07 de mayo hasta viernes 11 de mayo - 2018         |                                   |                                   |                                   |                                   |
| <b>Lunes</b>   | <b>Martes</b>                     | <b>Miércoles</b>                  | <b>Jueves</b>                     | <b>Viernes</b>                    |
| Toma de muestra y análisis de TVN                        | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN |
| Lunes 14 de mayo hasta viernes 18 de mayo - 2018         |                                   |                                   |                                   |                                   |
| <b>Lunes</b>   | <b>Martes</b>                     | <b>Miércoles</b>                  | <b>Jueves</b>                     | <b>Viernes</b>                    |
| Toma de muestra y análisis de TVN                        | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN |
| Lunes 21 de mayo hasta viernes 25 de mayo - 2018         |                                   |                                   |                                   |                                   |
| <b>Lunes</b>   | <b>Martes</b>                     | <b>Miércoles</b>                  | <b>Jueves</b>                     | <b>Viernes</b>                    |
| Toma de muestra y análisis de TVN                        | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN |
| Lunes 28 de mayo hasta viernes 01 de junio - 2018        |                                   |                                   |                                   |                                   |
| <b>Lunes</b>   | <b>Martes</b>                     | <b>Miércoles</b>                  | <b>Jueves</b>                     | <b>Viernes</b>                    |
| Toma de muestra y análisis de TVN                        | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN | Toma de muestra y análisis de TVN |

**Anexo 4.** Flujo de proceso de elaboración de harina de pescado de la Empresa TADEL S.A.



**Anexo 5. Toma de muestras de la tolva y de producto terminado**



**Anexo 6. Procesado de las muestras**



**Anexo 7.** Llenado en los recipientes con las muestras a analizar



**Anexo 8.** Segundo recipiente llenado con Ácido Bórico y adición de Rojo Metálico



**Anexo 9. Proceso de digestión de las muestras**



## Anexo 10. Análisis de titulación de las muestras

