

**UNIVERSIDAD NACIONAL “JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA**



**TESIS**

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA EN  
EL INCREMENTO DE LA ACIDEZ (EN ÁCIDO OLEICO) EN HARINA DE  
PESCADO INTEGRAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO**

**PRESENTADO POR.**

**BACHILLER: SILVA ALLCCA, Juan Gabriel.**

**BACHILLER: SANCHEZ TARAZONA, Carmen Elena.**

**ASESOR : ING. JÁUREGUI PANDAL, Tony Aurelio.  
CIP: 32592**

**HUACHO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

De manera especial quiero dedicar el presente trabajo a mi madre, la que siempre está ahí para apoyarme, mediante el presente vengo a demostrarle mi progreso y enorgullecerla.

Asimismo, agradecer a Dios por concederme al mejor hermano Daniel y a la más hermosa hija LYANNA.

**SANCHEZ TARAZONA, Carmen Elena.**

A Dios todopoderoso, a mis Padres, a mi hijo Gael Valentino, a mis Hermanos y Hermanas. Justificación de sueños e ilusiones en un porvenir preñado de esperanzas.

**SILVA ALLCCA, Juan Gabriel.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro asesor, Ing. Tony Aurelio Jáuregui Pandal por su orientación profesional en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A nuestro Jurado Evaluador por sus aportes y sugerencias que contribuyeron a mejorar nuestro trabajo de investigación.

A la fábrica Pesquera: Pesquera CENTINELA. Chancay.

Por permitirnos obtener las muestras de harina y de concentrado de agua de cola para nuestra investigación.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
INDICE.....	4
INDICE DE TABLAS.....	7
INDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. Problema principal.....	13
1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.3. OBJETIVOS.....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	14
1.5. DELIMITACION DEL ESTUDIO.....	14
1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	14
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.2. BASES TEÓRICAS.....	16
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	39
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	41
2.4.1 Hipótesis general.....	41

2.4.2 Hipótesis específicas .....	41
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	42
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
3.1.1. Tipo de Investigación.....	42
3.1.1 Nivel de Investigación .....	42
3.1.2 Diseño .....	42
3.1.3 Enfoque.....	42
3.1.4 Metodología de los Análisis Químicos .....	42
3.2. Población y Muestra .....	44
3.2.1 Población.....	44
3.2.2 Muestra.....	44
3.3. Operacionalización de las Variables.....	45
3.4. Técnicas a Emplear .....	45
3.4.1. Descripción de los instrumentos .....	45
3.5. Técnicas para el Procesamiento de Datos.....	47
CAPITULO IV: RESULTADOS .....	48
4.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA ANCHOVETA. ....	48
4.2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ACIDEZ DEL PRIMER TRATAMIENTO CON ADICION DE 25% DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA.....	49
4.3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ACIDEZ DEL SEGUNDO TRATAMIENTO CON ADICION DE 30% DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA.....	50
4.4. ANÁLISIS DE ACIDEZ DE HARINAS DE PESCADO SIN CONCENTRADO Y CON CONCENTRADO (50%) DE AGUA DE COLA.....	52
4.5. CONSOLIDADO PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LOS NIVELES DE ACIDEZ EN LOS TRATAMIENTOS.....	53

4.6. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CORRELACION DEL INCREMENTO DE ACIDEZ EN HARINAS DE PESCADO CON AGREGADOS DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA. ....	57
CAPITULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
5.1. DISCUSIONES.....	58
5.2. CONCLUSIONES .....	61
5.3. RECOMENDACIONES.....	62
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN .....	63
6.1. FUENTES BIBLIOGRAFICAS .....	63
VII. ANEXOS .....	67

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición química de harinas de pescado.....	22
Tabla 2. Composición química Steam Dried Fishmeal (Harina de pescado seca al vapor).	23
Tabla 3. Composición química hot air dried fishmeal.....	23
Tabla 4. Especificaciones proximales de las harinas de pescado especial y estándar.....	25
Tabla 5: Equipo de evaporación tipo vacío de cuatro efectos. ....	28
Tabla 6: Análisis Físicos de Aguas de Cola (Primera corrida).....	31
Tabla 7: Análisis Químicos de las Aguas de Cola (Primera corrida).....	32
Tabla 8: Análisis Químicos de las Aguas de Cola (Segunda Corrida).....	32
Tabla 9. Composición química del agua de cola (AC) y de agua de cola centrifugada (ACC). ....	33
Tabla 10. Composición química del agua de cola.....	33
Tabla 11: Análisis químico de la anchoveta.....	48
Tabla 12: Análisis de acidez de harinas de pescado sin concentrado y con concentrado de agua de cola (25%).....	49
Tabla 13: Análisis de acidez de harinas de pescado sin concentrado y con concentrado de agua de cola (30%). ....	50
Tabla 14: Análisis de acidez de harinas de pescado sin concentrado y con concentrado (50%) de agua de cola.....	52
Tabla 15: Incremento promedio del nivel de acidez en los tratamientos realizados. ....	53
Tabla 16: Coeficiente de correlación del nivel de acidez en harinas con agregado de concentrado de agua de cola.....	57

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Diagrama de Flujo de Procesamiento de Harina y Aceite de Pescado. ....	20
Figura 2: Diagrama de Balance de Materia. ....	35
Figura 3: Balance de Masa. ....	36
Figura 4: Composición del nivel de acidez con harina de pescado con y sin concentrado de agua de cola (25% de concentrado).....	49
Figura 5: Comparación del nivel de acidez en harina de pescado con y sin concentrado de agua de cola (30% de concentrado).....	u51
Figura 6: Comparación del nivel de acidez en harina de pescado con y sin concentrado de agua de cola (50% de concentrado).....	52
Figura 7: Comparación promedio de los niveles de acidez de los 3 tratamientos de harinas con y sin concentrado de agua de cola. ....	53
Figura 8: Curva comparativa del crecimiento del nivel de acidez en harinas de pescado con y sin concentrado de agua de cola. ....	54
Figura 9: Gráfico de esparcimiento del índice de correlación del primer tratamiento (25% de concentrado).....	55
Figura 10: Gráfico de esparcimiento del índice de correlación del segundo tratamiento (30% de concentrado).....	55
Figura 11: Gráfico de esparcimiento del índice de correlación del tercer tratamiento (50% de concentrado).....	56

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue el de demostrar que la adición de concentrado de agua de cola si influye en el incremento del nivel de acidez (en ácido oleico) de las harinas de pescado. Para tal fin, se tomaron 8 muestras de acuerdo a lo arrojado por la fórmula, los mismos fueron divididos en 3 partes iguales cada una, para luego adicionársele concentrado de agua de cola en 3 proporciones (25%, 30% y 50%). Posteriormente se realizaron los análisis químicos de grasa y acidez (Método Soxhlet y titulación), para lo cual se emplearon los siguientes materiales y reactivos químicos: Equipo Soxhlet para determinación de grasa, así como vasos de precipitado de 50 ml. y vagueta, habiendo utilizado también éter dietílico, alcohol neutro, fenolftaleína al 5% e hidróxido de sodio 0,1 N. Los resultados de los análisis químicos fueron los siguientes: en el primer tratamiento, correspondiente a harinas de pescado con 25% de concentrado, el incremento del nivel de acidez fue de 1,00125% (Promedio de acidez de harinas sin concentrado) a 1,95125% (Promedio de acidez de harinas con 25% de concentrado). En el segundo tratamiento, correspondiente a harinas de pescado con 30% de concentrado, el incremento de acidez fue de 0,98% (Promedio de acidez de harinas sin concentrado) a 2,51% (Promedio de acidez de harinas con 30% de concentrado). El tercer tratamiento, correspondiente a harinas de pescado con 50% de concentrado, el incremento de acidez fue de 0,97% (Promedio de acidez de harinas sin concentrado) a 3,38% (Promedio de acidez de harinas con 50% de concentrado). En conclusión; en el primer tratamiento hubo un incremento de acidez de 0,95125%, en el segundo tratamiento un incremento de acidez 1,53% y en el tercer tratamiento un incremento de acidez de 2,41%.

**Palabras claves:** Ácidos grasos insaturados, solubles de pescado, concentrado de agua de cola, Harina integral de pescado, oxidación de ácidos grasos insaturados, Población, muestra, método estadístico descriptivo, método estadístico correlacional, desviación standart.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to demonstrate that the addition of cola concentrate if it influences the increase of the acidity level (in oleic acid) of the fishmeal. For this purpose, 8 samples were taken according to what was thrown by the formula, they were divided into 3 equal parts each, to then add concentrate of cola water in 3 proportions (25%, 30% and 50%). Afterwards, the chemical analyzes of fat and acidity were carried out (soxhlet method and titulation), for which the following materials and chemical reagents were used: Soxhlet equipment for fat determination, as well as 50 ml beakers. and vagueta, having also used diethyl ether, neutral alcohol, 5% phenolphthalein and 0,1 N sodium hydroxide. The results of the chemical analyzes were as follows: in the first treatment, corresponding to fishmeal with 25% concentrate, the increase in the level of acidity was 1,00125% (Average acidity of flours without concentrate) to 1,95125% (Average acidity of flours with 25% of concentrate). In the second treatment, corresponding to fishmeal with 30% concentrate, the increase in acidity was 0,98% (Average acidity of flours without concentrate) to 2,51% (Average acidity of flours with 30% of concentrated). The third treatment, corresponding to fishmeal with 50% concentrate, the increase in acidity was 0,97% (Average acidity of flours without concentrate) to 3,38% (Average acidity of flours with 50% of concentrat). In conclusion; in the first treatment there was an increase in acidity of 0,95125%, in the second treatment an acidity increase of 1,53% and in the third treatment an increase in acidity of 2,41%.

**Key words:** Unsaturated fatty acids, soluble fish, tail water concentrate, whole fish meal, oxidation of unsaturated fatty acids, population, sample, descriptive statistical method, correlational statistical method, standart deviation.

## INTRODUCCIÓN

La harina de pescado está considerada como el mayor insumo dentro de la industria de alimentos balanceados para animales, principalmente en pollos, sin embargo, es también el más peligroso cuando no es de calidad. Como se sabe este insumo puede adicionarse hasta en un 14% en la dieta balanceada de los animales cuando es de calidad, en pollos por ejemplo puede suministrarse en cualquier edad, sin embargo, es en el inicio donde se emplea mayor cantidad. Se hace esta precisión ya que en la actualidad las industrias avícolas del Perú utilizan la harina de pescado máximo en un 7% u 8% dentro de la dieta balanceada ya que porcentajes mayores, dependiendo de la calidad de insumo podrían dañar seriamente el animal, haciendo que la producción y la línea de crecimiento caigan.

Por datos históricos que se pueden obtener en las empresas avícolas, o en las mismas empresas harineras se sabe que antiguamente cuando no existía la exigencia de adicionar concentrado de agua de cola en las harinas de pescado los niveles de acidez (en ácido oleico) eran bajos como por ejemplo 0,90%, o como máximo llegaban a 1,20%, y, por referencias actuales se sabe que los niveles de acidez han aumentado inclusive hasta niveles mayores a 3%. De ahí nace justamente el objetivo del presente trabajo de investigación, de comprobar que la adición de concentrado de agua de cola si influye en el aumento del nivel de acidez en las harinas de pescado.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El concentrado de agua de cola es un sub producto que se obtiene por evaporación dentro del proceso de harina de pescado y que años atrás se desechaba vertiéndolos directamente al mar. En la actualidad, este material ya no se vierte al mar y pasa por un proceso para la recuperación de los suspendidos desechando al mar prácticamente agua.

Este concentrado que se obtiene, pudiera estar alterando el contenido de acidez (ácido oleico) de las harinas que se producen en nuestro país, ya que por referencias teóricas se conoce que las harinas que no han recibido concentrado de agua de cola tienen un menor contenido de histamina con respecto a harinas que si han sido adicionadas en este concentrado tal como lo afirma Tanikawa (1985) por ejemplo.

El concentrado de agua de cola es un sub producto que es soluble en el agua y posiblemente este sea el factor que este influyendo para que este concentrado aumente su nivel de acidez.

El procesamiento inadecuado de la harina de pescado en todas sus formas, reduce el contenido de energía y aminoácidos y así también conlleva a un aumento de compuestos tóxicos haciendo esto que se deprima el crecimiento y cause distintos metabolitos en los animales, tal como lo afirma Rojas (1979).

Por otro lado, Soto (2003) menciona que solamente se utiliza harina de pescado como máximo hasta 8% ya que mayores concentraciones, podrían dañar la molleja de los pollos y podrían alterar la productividad en la industria avícola.

Según Imarpe (2008) El Perú, tradicionalmente un país básicamente harinero dentro del sector pesquero, llegando inclusive a competir con Chile sobre la

supremacía a nivel mundial en la producción de este material nutricional. Es preocupante de que la calidad de las harinas de pescado producidas en nuestro país pudiera estar viéndose afectada por el incremento de acidez o histamina.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema principal**

¿En qué medida la adición del concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de las harinas de pescado integral?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿En qué medida la adición del concentrado de agua de cola (25%) influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral?
- b) ¿En qué medida la adición del concentrado de agua de cola (30%) influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral?
- c) ¿En qué medida la adición del concentrado de agua de cola (50%) influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general**

Establecer la influencia de la adición del concentrado de agua de cola en el incremento del nivel de acidez de las harinas de pescado integral.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar en qué medida la adición del (25%) de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez en la harina de pescado integral.
- b) Determinar en qué medida la adición del (30%) de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez en la harina de pescado integral.

- c) Determinar en qué medida la adición del (50%) de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez en la harina de pescado integral.

#### **1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

El presente trabajo de investigación se justifica por las siguientes razones:

1. Se cuenta con la planta de procesamiento para las tomas de muestras.
2. Se cuenta con los materiales y reactivos para la determinación de los análisis químicos.
3. Se cuenta con los métodos técnicos para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación así como el apoyo del Asesor.
4. Los resultados del presente trabajo de investigación servirán para un mejor entendimiento de la influencia del concentrado de agua de cola en la harina de pescado.

#### **1.5. DELIMITACION DEL ESTUDIO**

El presente trabajo de investigación se realizó en dos localidades, primero en la Ciudad de Chancay, en la planta Pesquera Centinela S.A.C. donde se tomaron las muestras. Luego los análisis químicos se realizaron en la Ciudad de Huacho en el Laboratorio de procesos de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional JOSE FAUSTINO SÁNCHEZ CARRION.

#### **1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

El presente estudio de investigación es viable por las siguientes razones:

- a) Se cuenta con todo el material logístico para realizar la Investigación.
- b) Se cuenta con los recursos económicos para realizar la Investigación

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Específicamente no se encuentra trabajos de investigación sobre la influencia del concentrado de agua de cola sobre la harina de pescado, sin embargo, a continuación, se hace referencia de algunos trabajos de investigación relacionado al tema.

García (2008) Este investigador llegó a la conclusión que el agua de cola es uno de los principales agentes contaminantes generados por la industria productora de harina de pescado, tiene influencias negativas que repercuten directamente dentro de los ecosistemas marinos todo esto es a causa de las secuelas que van quedando por esta contaminación negativa.

Ahumada y Contreras (2004) Estos investigadores llegaron a la conclusión que la recuperación de sólidos significa un aporte muy importante dentro de la contaminación, ya que con ello Pueden disminuir el efecto cola, ya que es sabido que dentro del agua de cola existe sólidos que pueden ser agregados dentro de la harina de pescado y pueden llegar a mejorar el producto e incrementar su productividad, pero todo ello es posible siempre y cuando se lleve un adecuado y correcto manejo y condiciones inocuas.

Del Valle y Aguilera (1991) mencionan que en promedio el pH del agua de cola es 6,5 sin embargo puede disminuirse su pH a 4,5 con la finalidad de prevenir su oxidación o descomposición, estos autores también afirman que en estos niveles se puede mantener estable el contenido vitamínico.

Tanikawa (1985) determinó que la histamina es un indicador de frescura y está compuesto de alta solubilidad en agua. Es por ello que en harinas que no se les halla agregado solubles de pescado el contenido histaminico es menor.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Descripción de la harina de pescado.**

La harina de pescado integral es el producto industrial hidrobiológico elaborado de la especie anchoveta (*Engraulis ringens*). El producto se obtiene por reducción del contenido de grasa y humedad por acción mecánica térmica con secado a vapor y siendo estabilizado por acción del antioxidante.

El proceso de la elaboración de harina de pescado consta de las siguientes etapas: cocción, drenado, prensado, secado, molienda, envasado y almacenamiento.

La harina, por ser alimento para el consumo humano indirecto, debe estar libre de contaminación por patógenos y enterobacterias. Asesoría (2010).

La harina de pescado es un producto considerado de alto poder nutricional y específicamente en el aspecto proteico, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales y todas en el mismo nivel. Sin embargo, las harinas de pescado pueden disminuir su digestibilidad cuando no son frescos, o se encuentren rancios, o en vías de oxidación. Osuna (1989).

La harina de pescado, es considerado en nuestro medio como el insumo proteico más importante para la alimentación animal, debido a su aporte de nutrientes en las proporciones adecuadas a los requerimientos, presentando un buen balance de aminoácidos, niveles considerables de macro minerales como el calcio y fosforo, de vitamina B12 de ciertos macronutrientes y factores de crecimiento no identificados. Rojas (1979).

El procesamiento inadecuado de la harina de pescado reduce su contenido de energía, aminoácidos y conlleva a un aumento del compuesto toxico que deprime el crecimiento y causa disturbios metabólicos. Rojas (1979).

El proceso de producción de la harina especial de alta calidad se caracteriza por: a) materia prima: solo pescado fresco; b) secado a vapor, es

decir a baja temperatura en cada proceso, de preferencia menos de 95°C y c) >Tiempo mínimo de permanencia del pescado en cada proceso para evitar el daño térmico. De esta manera se logró que la proteína fuese de mejor calidad manteniendo la composición de aminoácidos esenciales, logrando digestibilidad y permitiendo un aprovechamiento de los alimentos. Rodriguez, (1991).

### **2.2.2. Proceso para la obtención de harina y aceite de pescado**

#### **❖ Descarga del pescado**

Se realiza el bombeo de la bodega de embarcación a la chata y luego pasa a la planta a través de un sistema de bombeo, en el cual se utiliza el agua de mar, mezclado con el pescado la proporción es 1T de pescado/0,7 T de agua. El agua de bombeo luego es separada para darle un tratamiento.

Luego del traslado pasa por el desagador rotativo a través de una bomba de la chata a las pozas de almacenamiento, es una bomba necht desplazamiento positivo de 170 T/h, en donde se traslada la materia prima a la planta, el objetivo de esto es drenar el pescado del agua de bombeo, luego el pescado cae al transportador de mallas donde continua evacuando (drenando); la materia prima llega hasta la tolva de pesaje, el cual tiene un control el cual pesa 800kg/ cada Bacht. La materia prima cae a las pozas, el pescado se almacena en las pozas de acuerdo al tiempo de captura. Asesoría (2010).

#### **❖ Cocinado**

En este proceso se logra la coagulación y separación de grasas, se destruyen los microorganismos patógenos.

##### **Parámetros:**

Cocinado.

**Temperatura-de cocción:** Mayor o igual a 85 °C

**Tiempo de cocción:** 10 – 15minutos

**Presión:** 1,8 – 2 bar

Asesoría ( 2010).

❖ **Pre – Stainer**

Ayuda como colador, para luego pasar a la prensa mecánica en el cual por presión se obtiene un queque de prensa, lo ideal 45% de humedad. Luego el queque de prensa junto con el queque de la separadora se recupera y con el concentrado forma la torta integral. El primer licor de prensa va a pasar a la separadora (líquido y sólido), el líquido pasa a la centrifuga. Asesoría (2010).

❖ **Prensado**

El licor de prensa pasa a las separadoras y los sólidos de la separadora se van unir, con los lodos. Pasan a una centrifuga automática en el cual los vahos que evacuan cada Bacht, los lodos se unen con la adición del concentrado, formando la torta integral que va a ingresar a los secadores. Asesoría (2010).

❖ **Secado**

La torta integral pasa a los secadores, en la etapa de secado la torta integral ingresa con 51 – 52% de humedad, se van a generar vahos el cual van a ir a alimentar a la planta evaporadora (de película descendente).

**Parámetros**

**Temperatura de salida del secador:** 60°C

**Limite operacional:** 65°C

**Capacidad:** 20 – 25 T/ h

Se monitorea cada 15 minutos, si es menor de 60 hay sobrevivencia de bacterias patógenas (si no reprocesa).

Colector de los secadores, pasan a los molinos, es un sistema de recirculación. Asesoría (2010).

❖ **Ciclón**

La harina y el vapor por diferencia de densidad se separan. Asesoría (2010).

❖ **Martillos Locos**

Permiten mejorar la granulometría de la harina. Pasando por los martillos y luego pasan por los ciclones, luego con un transportador neumático es llevada a la sala de ensaque, con la ayuda de un ventilador, tiene un ciclón de enfriamiento 35°C de temperatura. Asesoría (2010).

❖ **Adición de antioxidante**

Luego la carga se acumula en un tolvin el operador adiciona la bomba antioxidante, se inyecta (650 a 750 ppm), tiene un helicoidal mezclador que permite se homogenice el antioxidante con la harina, el antioxidante preserva, evita que se oxide la harina. Asesoría (2010).

❖ **Zona de Ensaque**

Tiene una balanza electrónica, controla el peso y evita que el saco este en contacto con el piso, el personal que ingresa debe de estar desinfectado, con mascarillas, toca. La harina sale con 7 - 10% de humedad. Asesoría (2010).

❖ **Almacén**

En lugares secos. Asesoría (2010).

❖ **Centrifugas**

10 000 L/h – 8 000 L/h

En la centrifuga se obtiene el aceite y el agua de cola que va a pasar a la planta evaporadora, el aceite se almacena en un tanque de almacenamiento de producción que decanta (tiempo 8 horas). (Término de la zona húmeda). Asesoría (2010).

❖ **Planta evaporadora de 3 efectos**

Es un evaporador de película descendente, trabaja al vacío, el agua de cola viene de la centrifuga se almacena en un tanque el cual alimenta a los efectos, se tiene mayor temperatura en el tercer efecto, el agua de cola pasa por la calandrias como una película, por el calor de los vahos se evapora y se concentra.

**Capacidad:** 20 m<sup>3</sup>/ h.

El condensado va a un tanque de almacenamiento que se utiliza luego de clorinar de 50 ppm que se utiliza para desinfección

**Entra con:** 8 – 9% de concentrado

**Sale con:** 32 de concentrado. Asesoría (2010).

### DESCARGA DESAGUADOR Y RASTRA

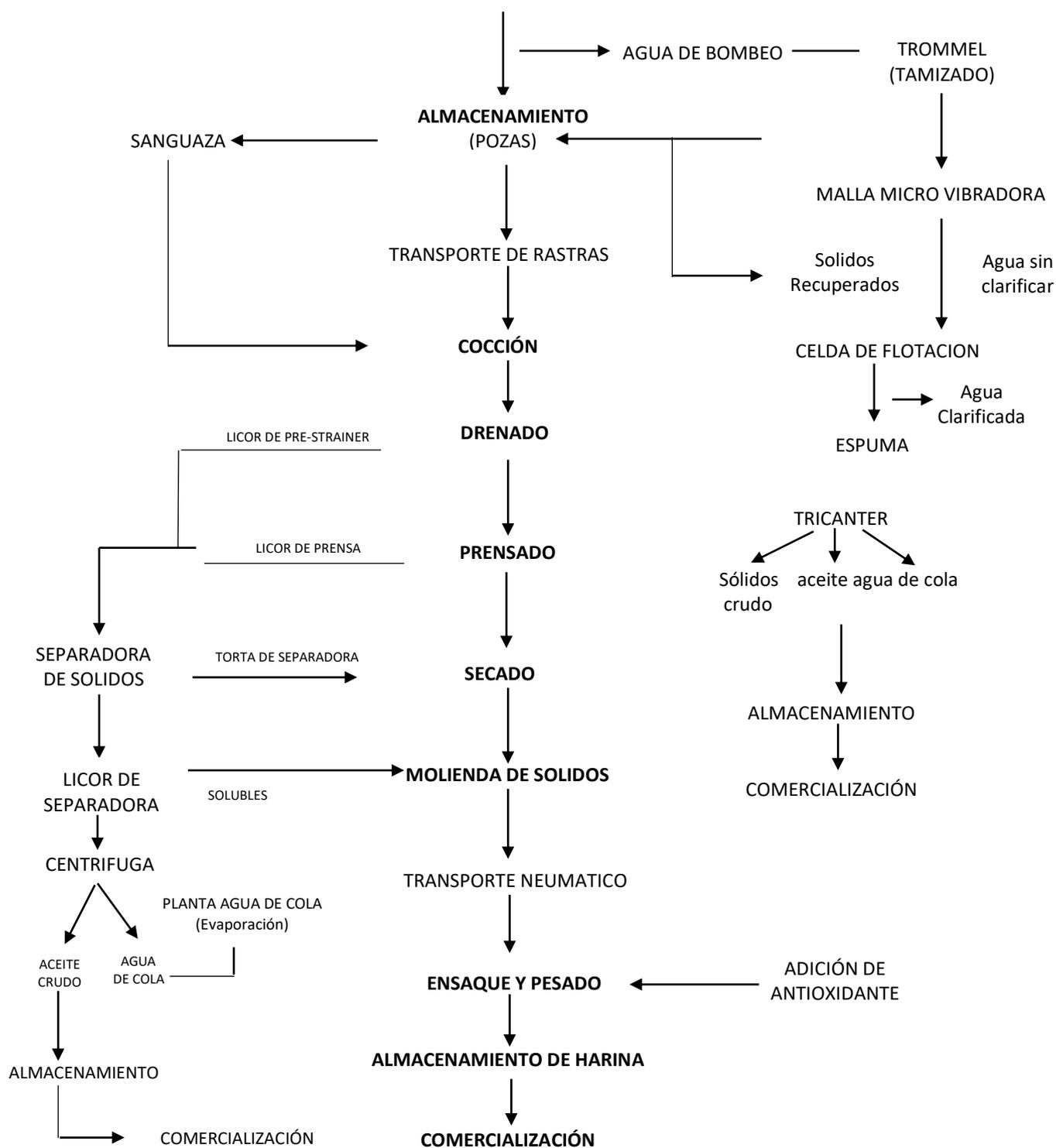


Figura 1: Diagrama de Flujo de Procesamiento de Harina y Aceite de Pescado.

Asesoría (2010).

### 2.2.3. Características de la harina de pescado integral

La harina de pescado, es considerada en nuestro medio como el insumo proteico más importante para la alimentación animal, debido a su aporte de nutrientes en las proporciones adecuadas a los requerimientos, presentando un buen balance de aminoácidos, niveles considerables de macrominerales como el calcio y fósforo, de vitamina B12 de ciertos micronutrientes y factores de crecimiento no identificados. Rojas (1979).

En la actualidad, casi todas las harinas de pescado son procesadas por reducción húmeda en donde el pescado es cocido continuamente en cocinas a vapor y luego exprimidas en una hélice. El resultado, la torta de prensa, es elevado a un secador rotatorio, por medio de aire caliente generado en un horno. El proceso de secado se conoce como de llama directa. Es el sobrecalentamiento durante el secado la principal causa de la pérdida del valor nutritivo, de la harina de pescado. Rojas (1979).

El secado consiste en exponer el queque de prensa al contacto de una corriente de aire caliente (70 °C) para que progresivamente vaya transfiriendo el calor sensible al contacto del agua, vaporizándolo y al mismo tiempo extrayéndolo. Cada secador consta de una cámara de combustión, un calentador rotatorio y un extractor de gases. Rojas (1979).

El procesamiento inadecuado de la harina de pescado reduce su contenido de energía, aminoácidos y conlleva a un aumento del compuesto tóxico que deprime el crecimiento y causa disturbios metabólicos.

Estudios realizados en Chile, señalan que el tratamiento térmico, afecta la calidad de harina de pescado. En la medida que aumenta la temperatura y el tiempo de calentamiento, disminuye el contenido de aminoácidos y de proteína. El método de secado directo afecta en mayor grado esta disminución comparada con el método de secado a vapor. Rojas (1979).

En relación a la harina de soya y otras harinas de oleaginosas, la harina de pescado es fuente importante de minerales, tales como: calcio, fósforo y sodio, el fósforo de la harina de pescado es altamente disponible para las aves, mientras que la disponibilidad de fósforo es mucho más baja en fuentes de proteína vegetal y en los granos de cereal. La harina de pescado supera a las oleaginosas

en su aporte de sodio, cloro, manganeso, zinc, hierro, cobre, yodo, flúor y selenio. Soto (2003).

Hasta antes que se establezca la relación entre el vómito negro y la harina de pescado, era normal incluir porcentajes cercanos a un 18% de harina de pescado en la dieta para aves, en los países productores de harina de pescado. Rojas (1979).

El uso de la harina de pescado se tiene que limitar a un 2% de la dieta, utilizándose por lo general concentraciones por debajo del 10% de harina de pescado para evitar la mortalidad y las lesiones en las mollejas que puedan alterar la productividad en la industria avícola. En la actualidad se usa el 8% y en Perú y Chile se usan de un 15 a 18%. Soto (2003).

Tabla 1. Composición química de harinas de pescado.

CARACTERÍSTICAS	HARINA SUPER PRIME	HARINA PRIME
<b>Proteína</b>	68% min	67% min
<b>Humedad</b>	7 – 10% máx	7 – 10 máx
<b>Grasa</b>	8% máx	8% máx
<b>Ceniza</b>	14% máx	15% máx
<b>Sal y arena</b>	3%	3% máx
<b>TVN</b>	100 mg	120 mg/110 g
<b>Histamina</b>	500 ppm	1000 ppm
<b>FIFA</b>	7% máx	7,7% máx
<b>Digestibilidad</b>	-	94% min
<b>Antioxidante</b>	500 – 750 ppm	500 – 750 ppm

*Fuente: Asesoría (2010).*

Tabla 2. Composición química Steam Dried Fishmeal (Harina de pescado seca al vapor).

			SUPER PRIME	PRIME	AGUA+	ESTÁNDAR
<b>PROTEIN</b>	%	Mín	68 – 70	67 - 70	66 - 68	64 – 68
<b>FAT</b>	%	Máx	10	10	10	10
<b>MOISTURE</b>	%	Máx	10	10	10	10
<b>FFA</b>	%	Máx	7,5	10	10	--
<b>ASH</b>	%	Máx	16	17	20	--
<b>SALT &amp; SAN</b>	%	Máx	4	4,5	5	5
<b>TVN</b>	%	Máx	100	120	150	200
<b>HISTAMINE</b>	%	Máx	500	1000	--	--
<b>DIGESTIBILITY</b>	%	Min	94	94	90	--
	ppm	min	150	150	150	Antioxidante --

*Fuente: Asesoría (2010).*

Tabla 3. Composición química hot air dried fishmeal.

			FLEM DRIED	FAQ	ESTANDAR
<b>PROTEIN</b>	%	Min	67-70	64	<64
<b>FAT</b>	%	Máx	10	10	>10
<b>MOISTURE</b>	%	Máx	10	12	>12
<b>FFA</b>	%	Máx	10	-	-
<b>ASH</b>	%	Máx	14,5	-	-
<b>SALT &amp; SAN</b>	%	Máx	4,5	5	>5
<b>TVN</b>	Mg/100g	máx	120	200	>200
<b>HISTAMINE</b>	Ppm	máx	1000	-	-
<b>ANTIOXIDANT</b>	Ppm	min	150	150	150

*Fuente: Asesoría (2010).*

#### **2.2.4. Principales mercados**

Conforme indican las estadísticas de distribución por parte de los dos máximos productores (Chile y Perú), los principales mercados son China y la Unión Europea.

#### **2.2.5. Características de las harinas especiales de pescado**

En los últimos años, varias empresas harineras del País han producido volúmenes cada vez mayores de harinas especiales de pescado de alta calidad “Prime” a base de salmones, langostinos y otros peces. Esta harina debe ser aprovechada en la alimentación de las aves pues aseguran un buen crecimiento, conversión alimenticia superior y menor mortalidad.

El proceso de producción de la harina especial de alta calidad se caracteriza por materia prima: sólo pescado fresco; secado a vapor, es decir, baja temperatura en cada proceso, de preferencia menos de 95°C y tiempo mínimo de permanencia del pescado en cada proceso para evitar el daño térmico.

De esta manera se logró que la proteína fuese de mejor calidad, manteniendo la composición de aminoácidos esenciales, logrando digestibilidad y permitiendo un aprovechamiento de los alimentos. Las especificaciones proximales de la harina de pescado especial y estándar se presentan en el Tabla N° 4 y en la figura N° 01 se observa el flujo de producción de las harinas. Soto (2003).

Tabla 4. Especificaciones proximales de las harinas de pescado especial y estándar

<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS BASICAS</b>	<b>HARINAS ESPECIALES</b>	<b>HARINAS ESTÁNDARES</b>
<b>Proteína</b>	67% mín.	64% mín.
<b>Grasa</b>	11% máx.	14% máx.
<b>Ácidos grasos libres (FFA)</b>	12% máx. 11% máx. y 6% mín.	- 11% máx. y 6% mín.
<b>Humedad Q</b>	3,5% máx.	-
<b>Sal</b>	1% máx.	2% máx.
<b>Arena</b>	-	5% máx.
<b>Ceniza</b>	15% máx.	-
<b>Histamina</b>	1,0 ppm máx.	-
<b>Nitrógeno total volátil (TVN)</b>	160 mg/100 g.	-
<b>Digestibilidad de proteína</b>	90 min.	-
<b>Pepsina diluida (Torry)</b>	-	-
<b>Antioxidante (al embarque)</b>	100 ppm mín.	100ppm mín.

*Fuente: Soto (2003)*

### 2.2.6. Obtención y aprovechamiento del agua de cola

#### Separación de sólidos

El "licor" de prensa y el líquido drenado en el "pre strainer" conforman la fase líquida de alimentación a las separadoras de sólidos.

En estas separadoras se obtiene un sólido o "cake" de separadora que es adicionado al "cake" de prensa; y un líquido o "licor" de separadora con gran contenido graso, que posteriormente es calentado con la finalidad de separar mejor en aceite en la centrifugación. Tarr (1982).

#### Separación de aceite

El "licor" de separadora es calentado con el fin de disminuir la viscosidad de la mezcla agua - sólido en suspensión con el aceite, para conseguir la separación por diferencia de densidades en la mezcla aprovechando la fuerza centrífuga.

Por lo tanto, el "licor" de prensa y adicional del "pre strainer", después de la separación de sus sólidos (separadora de sólidos) y aceite (centrífuga) resulta un sub- producto llamado "agua de cola". Tarr (1982).

### **2.2.7. Fundamento científico - técnico en los que se basa la obtención y aprovechamiento del agua de cola.**

La transferencia de calor está relacionada con el hecho de un intercambio de energía calorífica entre cuerpos calientes y fríos respectivamente.

La velocidad de transmisión de calor está en función a la diferencia de temperatura, aumentándose el flujo neto en razón al sentido decreciente de temperatura, además se verá afectada por la resistencia al flujo calorífico que ofrece el medio por el cual se transmite. Tarr (1982).

#### **Mecanismos de transferencia de calor**

Básicamente existen tres mecanismos de energía calorífica, aunque no se presentan en forma independiente en la práctica para aplicaciones de ingeniería son por lo general la combinación de dos o tres de ellos.

##### **a) *Conducción***

La transferencia de calor por este mecanismo es usualmente a través de un cuerpo sólido y fijo, a nivel molecular, y en virtud de la diferencia de temperaturas entre partes adyacentes del cuerpo. Puesto que el mecanismo esta dado a nivel molecular no hay movimiento perceptible de partículas que integran el material.

En aplicaciones prácticas la transmisión de calor es flujo constante, durante un gran periodo de funcionamiento; en este caso la temperatura en cualquier punto no depende del tiempo, por lo tanto, la cantidad de flujo de calor transmitido será constante y se expresa:

$$Q = K \cdot A \cdot (d_T/d_X)$$

Tarr (1982).

### ***b) Convección***

La transmisión de calor por convección se da por el movimiento del fluido o desplazamiento de sus moléculas al recibir energía de las superficies calientes a la cual es adyacente, transfiriéndole luego al resto del fluido, se considera una pared de tubería por convección forzada y a diferentes temperaturas por ambos lados. Tarr (1982).

#### **2.2.8. Funcionamiento del sistema de evaporación**

Por el interior de los tubos circula y evapora el agua de cola, por el exterior de éstos condensa el vapor empleado como medio de calefacción del efecto en cuestión. El paso de la solución concentrada de agua de cola de efecto a efecto es a través de un tubo de circulación de descarga que está unida a la calandria. Huerta (2008).

Cada efecto cuenta con un tambor colector en donde se reúne el vapor formado por ebullición del agua de cola en ese efecto, este vapor es utilizado como medio de calefacción del efecto siguiente. Los tambores están provistos en su interior de deflectores con la finalidad de separar el vapor del líquido en circulación e impedir la formación de espumas. Huerta (2008).

De estos equipos, solamente el primer efecto recibe vapor procedente del caldero, debido a que los demás efectos utilizan el vapor de agua de cola producido en el efecto anterior. El suministro de vapor determina la capacidad de evaporación y es regulado mediante una válvula principal de vapor. El Sistema de evaporación es como sigue:

1. El agua de cola que abandona las máquinas centrífugas es llevada a un tanque de almacenamiento, para de ahí ser bombeada a los intercambiadores de calor en donde se calienta hasta 120°C con el fin de favorecer el mejor funcionamiento del equipo de evaporación.
2. El agua de cola alimentada al primer efecto es evaporada mediante el vapor procedente del caldero. Este vapor al condensarse es recuperado en un tanque de agua de alimentación del caldero.
3. Del primer efecto, el agua de cola algo concentrada debido a la evaporación, para el segundo efecto a través del tubo de circulación. El medio de

calefacción en el segundo efecto es el vapor producido en el efecto anterior por ebullición del agua de cola.

4. En el tercer y cuarto efecto se repite la misma operación, ocurrida anteriormente. De esta manera la concentración aumenta de un efecto a otro.
5. La concentración en el cuarto efecto se gradúa variando la cantidad de concentrado que es bombeado hacia el tanque de almacenamiento respectivo. El vapor generado en el cuarto efecto es condensado con agua de mar, en el condensador barométrico.

Las temperaturas y presiones promedios de operación de este líquido, se mencionan en la tabla. Huerta (2008).

Tabla 5: Equipo de evaporación tipo vacío de cuatro efectos.

EQUIPOS	TEMPERATURAS °C	PRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>
Vapor del caldero	145	4,23
I efecto	130	2,75
II efecto	118	1,90
III efecto	100	1,03
IV efecto	70	Vacío

*Fuente: Huerta (2008).*

El “agua de cola” debería de estar constituida por solo 0,5% de aceite. Sin embargo, constituye en promedio la mitad del peso de la materia prima. El producto final de harina surge en su quinta parte proveniente del agua de cola, por tanto, se da paso a recuperación. Para ello se evalúa el balance económico en el uso de combustibles que no perjudiquen las vitaminas y proteínas que permitan seguir adelante con la operación.

El agua de cola por lo general se mantiene concentrada entre un rango de alrededor de la mitad de contenido en sólidos. Pocas veces se exporta por separado pero lo común es que con su adición se complete la elaboración de harina.

Para conseguir la concentración de agua de cola se somete en evaporadores que en su máximo solo pueden comprender tres efectos. La adquisición de estos significa un aumento en costos, sin embargo, es necesaria para el máximo aprovechamiento de combustible.

Por lo tanto, el “licor” de prensa y adicional del “pre strainer”, después de la separación de sus sólidos (separadora de sus sólidos) y aceite (centrifuga) resulta un subproducto llamado “agua de cola”. Huerta (2008).

### **2.2.9. El agua de cola**

La separación del aceite de pescado del agua de cola debe ser tan buena como sea posible. El agua de cola entraría rápidamente en putrefacción si se dejase enfriar suficientemente y se mantuviese sin preocupación en tanques de almacenamiento. Cuando se vende como soluble de pescado, es preciso añadirle algún conservador tal como ácido sulfúrico para reducir el PH del producto a aproximadamente 4,5. Este grado de acidez impide el crecimiento de los microorganismos como el ácido sulfúrico se va consumiendo el PH del agua de cola tratada debe controlarse frecuentemente. Huerta (2008).

La concentración del agua de cola, mediante la evaporación se usa tanto para obtener “solubles de pescado” como un producto final distinto, o como un paso en la producción de harina integral. Huerta (2008). Con respecto a la recuperación de los sólidos del agua de cola, solamente hay una manera de hacerlo y es mediante la evaporación del agua. Intentar separar los sólidos por medios químicos es solo una pérdida de tiempo. Aproximadamente el 20% de la harina final proviene del agua de cola por lo que merece la pena su recuperación, aunque su evaporación constituye una de las operaciones más complejas en la fabricación de harina de pescado. Huerta (2008).

El problema más común que suele presentarse al llevar a cabo las operaciones de evaporación es la formación de aglomeraciones en las superficies de los tubos, lo que causa un aumento en consumo de combustible y por ende su pérdida, además una planta de agua de cola debe ser operada continuamente de no ser así la limpieza puede resultar imposible.

Cuando son nuevos los evaporadores trabajan muy bien a la capacidad especificada para ellos, pero después de cierto tiempo disminuye su capacidad porque en el lado del tubo por donde corre el vapor, se forma sobre la superficie una delgada película de agua condensada, la cual solo disminuye una pequeña parte de la transferencia del calor de la superficie del tubo que se halla en contacto con el líquido, la formación de incrustaciones es también lenta porque la superficie del tubo no tiene poros, ni puntos donde puedan adherirse y acumularse las partículas. Huerta (2008).

Después de algún tiempo de uso los tubos de acero, si son ordinarios, se encuentran algo corroídos en su exterior por los vapores de agua de cola y en el interior, por el agua de cola y por los agentes químicos o mecánicos empleados para eliminar las incrustaciones. Huerta (2008).

Por consiguiente, el lado de vapor tendremos en vez de una delgada película de condensado, una más gruesa y llena de poros y quizás una capacidad de óxido que el calor tiene que va atravesar. En el lado de líquido los nuevos poros y las rugosidades superficiales son sitios excelentes para la fijación y crecimiento de las incrustaciones. En otras palabras, los problemas comienzan mucho tiempo antes que la corrección perfora los tubos que especialmente el momento que generalmente se escoge para cambiarles. Por esta razón los separadores deben estar contruidos totalmente de acero inoxidable, lo que hace que sea más fácil la eliminación de las incrustaciones por medios químicos. Huerta (2008).

En las plantas evaporadora se han realizado muchos avances tecnológicos tal como el de película descendente (Falling Film), que emplea un film de agua de cola descendente por las paredes interiores de los tubos de las calandreas y que debido al uso de vacío para la evaporación, esta se produce aproximadamente a 56°C logrando con esta baja temperatura unas conservaron excelente a los aminoácidos contenidos y proteínas solubles. También se ha producido una variación en el sistema de película descendente y consiste en nebulizar vía spray la alimentación del agua de cola a la evaporadora en vez del film para evitar el contacto de la película con la pared del tubo y así evaporar

por vacío y saturación. Existen diversos tipos de evaporadores y antes de adquirir no merece la pena de solicitar el consejo de un experto. Huerta (2008).

### 2.2.10. Análisis físicos y químicos de aguas de cola

Tabla 6: Análisis Físicos de Aguas de Cola (Primera corrida).

LOCALIDAD	PLANTAS PESQUERAS	HUMEDAD %	MATERIA SECA %
CHANCA Y	Pacif. Fishmeal	89,60	10,40
	San Fermín	90,00	10,00
	Diamante	88,00	12,00
HUACHO	Promasa	89,30	10,70
VÉGUETA	Hayduk	88,63	11,37
	Tasa	90,10	9,90
SUPE	Pacífico centro	89,50	10,50
	Garrido	88,20	11,80
	X:	89,30	10,69
	DS:	0,80	0,80

*Fuente: Huerta (2008).*

### 2.2.11. Análisis físicos y químicos de aguas de cola

Tabla 7: Análisis Químicos de las Aguas de Cola (Primera corrida).

<b>PLANTAS PESQUERAS</b>	<b>NITROGENO %</b>	<b>MAGNESIO %</b>	<b>POTASIO %</b>	<b>FOSFORO %</b>	<b>pH</b>
<b>PACIF. FISHMEAL</b>	8,53	1,45	0,95	4,25	6,70
<b>SAN FERMIN</b>	8,53	1,45	0,95	4,25	6,70
<b>DIAMANTE</b>	11,45	1,48	1,00	4,90	6,65
<b>PROMASA</b>	12,00	2,00	1,20	4,90	6,70
<b>EXALMAR</b>	9,00	1,50	1,00	4,20	6,50
<b>HAYDUK</b>	10,00	1,60	1,10	4,20	6,50
<b>TASA</b>	12,55	2,56	1,42	2,23	6,50
<b>PACIF. CENTRO</b>	11,00	2,30	1,45	3,30	6,70
<b>GARRIDO</b>	12,00	1,49	1,60	2,90	6,90
<b>X:</b>	10,77	1,75	1,18	3,86	6,63
<b>DS:</b>	1,12	0,39	0,22	0,87	0,08

*Fuente: Huerta (2008).*

Tabla 8: Análisis Químicos de las Aguas de Cola (Segunda Corrida).

<b>PLANTAS PESQUERAS</b>	<b>NITROGENO %</b>	<b>MAGNESIO %</b>	<b>POTASIO %</b>	<b>FOSFORO %</b>	<b>pH</b>
<b>PACIF. FISHMEAL</b>	9,00	1,46	0,98	4,26	6,80
<b>SAN FERMIN</b>	10,00	1,49	0,95	4,00	6,90
<b>DIAMANTE</b>	11,00	2,10	1,20	3,90	6,90
<b>PROMASA</b>	12,05	2,50	1,00	3,80	6,75
<b>EXALMAR</b>	9,10	2,00	1,10	4,00	6,90
<b>HAYDUK</b>	10,50	2,05	1,30	2,10	6,80
<b>TASA</b>	12,40	2,30	1,45	3,50	6,95
<b>PACIF. CENTRO</b>	11,00	1,90	1,40	2,80	6,75
<b>GARRIDO</b>	11,50	1,90	1,50	3,00	6,90
<b>X:</b>	10,72	1,96	1,20	3,48	6,85
<b>DS:</b>	1,12	0,31	0,19	0,66	0,068

*Fuente: Huerta (2008).*

### 2.2.12. Composición química del agua de cola.

Tabla 9. Composición química del agua de cola (AC) y de agua de cola centrifugada (ACC).

	Agua de Cola	Agua de Cola Centrifugada
<b>Sólidos Totales (%)</b>	5,8 ± 0,3	5,4 ± 0,7
<b>Proteínas (%)</b>	4,7 ± 1,3	3,0 ± 0,3
<b>Cenizas (%)</b>	1,7 ± 0,1	1,4 ± 0,3
<b>Lípidos (%)</b>	1,8 ± 1,6	0,1 ± 0,1
<b>DBO5 (gO2/L)</b>	48,1 ± 11,1	25,0 ± 8,0
<b>DQO (gO2/L)</b>	152,2 ± 25,1	82,3 ± 24,3

*Fuente: García, Pacheco, Carvallo, Lugo (1996).*

Tabla 10. Composición química del agua de cola

Agua %	Grasa %	Proteínas %	Ceniza %	Sólidos Totales %
<b>91,0 – 94,0</b>	0,2 – 0,9	-	-	6,00 – 9,00

*Fuente: Landeo y Ruiz (1996).*

### 2.2.13. Concentrado de agua de Cola

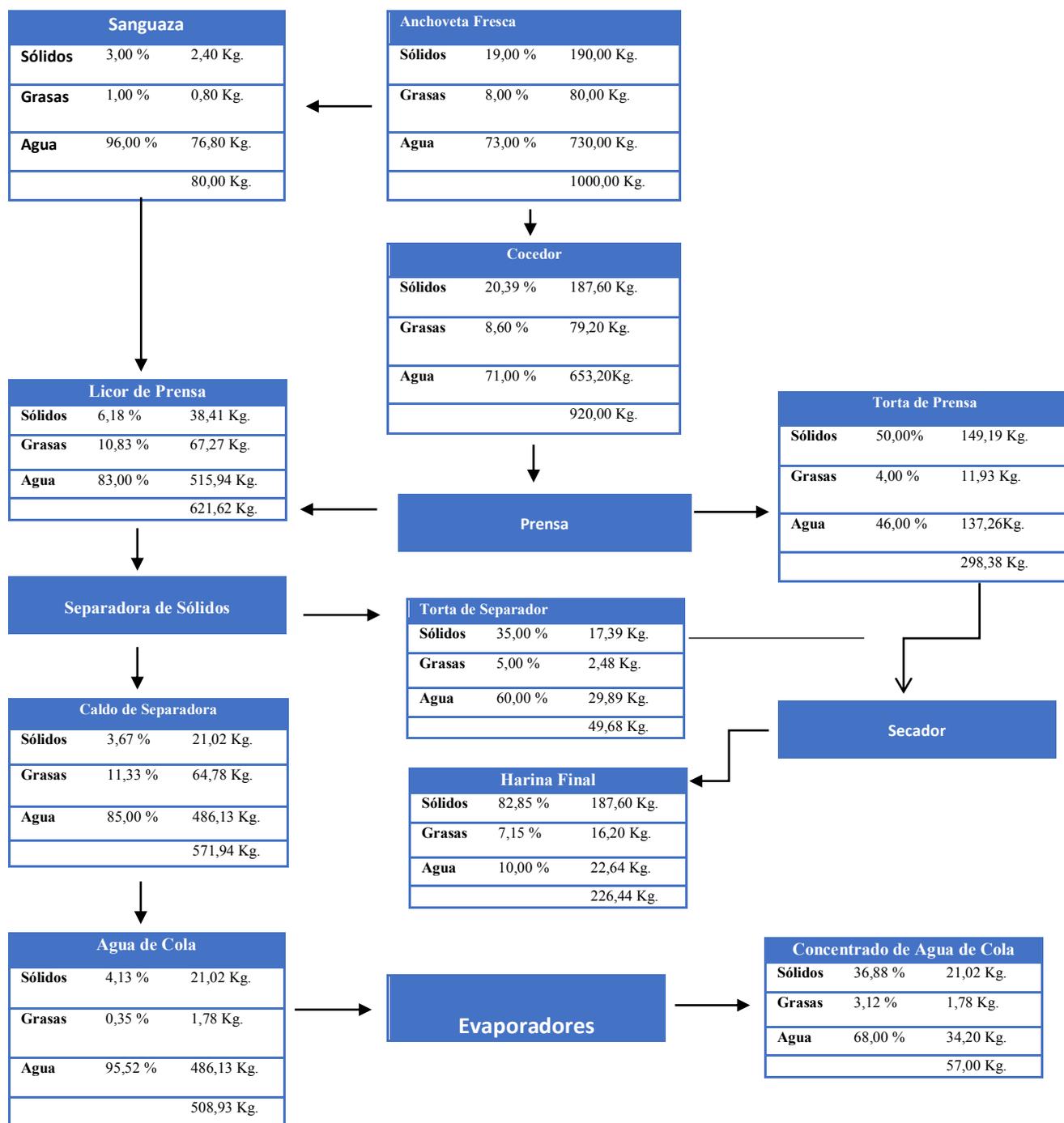
Con el objetivo de implantar proteínas solubles y nutrientes, se realiza un proceso de adición de agua de cola justo antes de que la harina de pescado sea sometida a la etapa de secado. Actualmente se requiere del uso de mínima proteína soluble por parte de los elaboradores de harina de pescado, por lo que se ven forzados a verter casi todo el contenido de concentrados de agua de cola.

Como consecuencia del consumo de concentrados, se ha implantado una especie de mercado en la que se comercializa este subproducto. Por ejemplo, en México varias empresas son las que comercializan los concentrados previamente estabilizados con pH 3 y 5 con un valor superior al de la harina de pescado y que tiene como destino alimentar camarones.

#### **2.2.14. Composición Química del agua de cola**

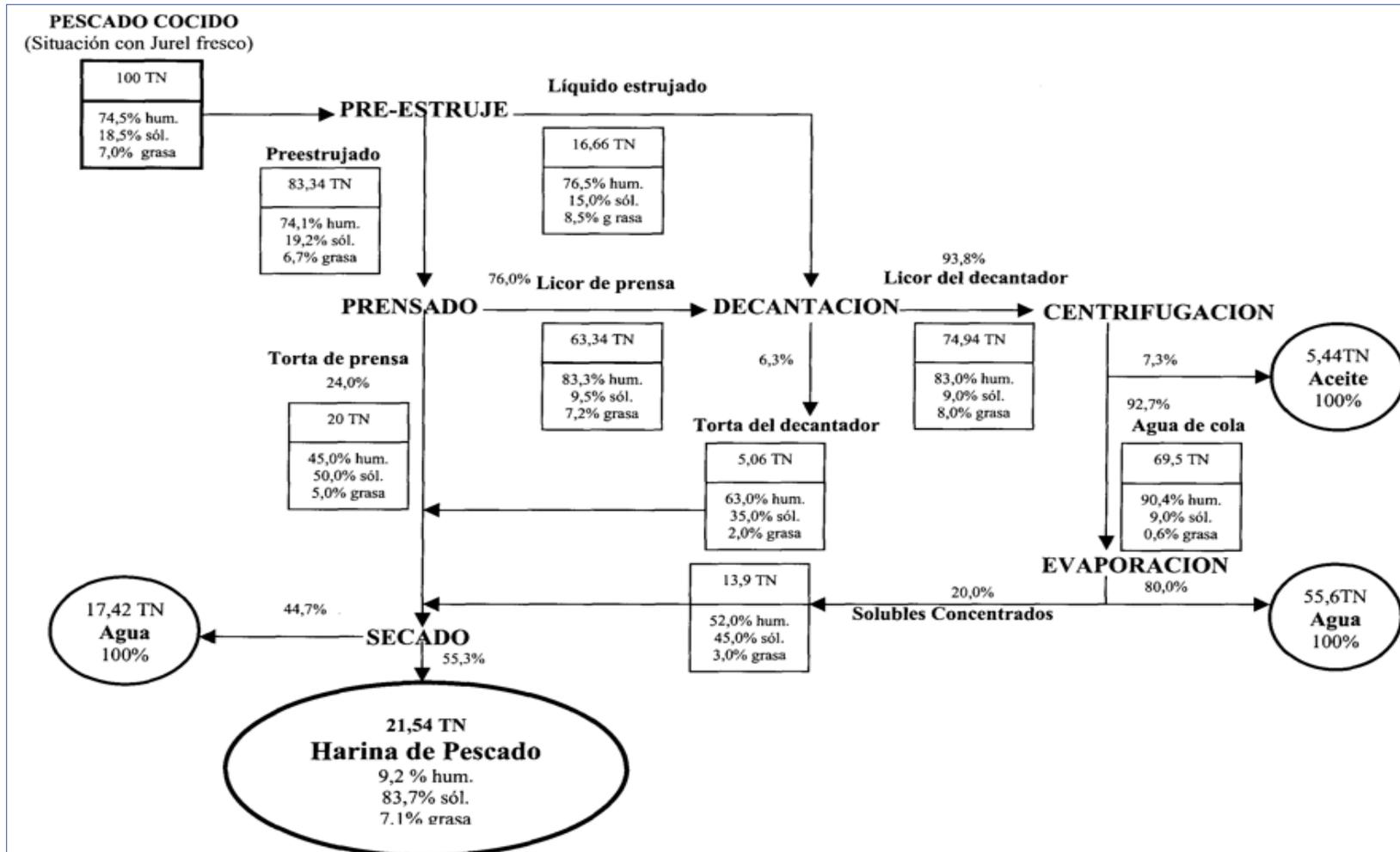
En la figura N° 02 se muestra un balance de materia típico de una producción de harina y aceite de pescado, en el se observan las cantidades producidas por los efluentes del proceso por cada 1000 Kg. de anchoveta que ingreso.

En el caso del agua de cola se producen 508,93 Kg. de efluentes con 21,02 Kg. de sólidos. Si la planta cuenta con el sistema de evaporación del agua de cola, estos sólidos se recuperan y son incorporados a la harina.



**Figura 2: Diagrama de Balance de Materia.**

**Fuente: Landeo y Ruíz (1996).**



*Figura 3: Balance de Masa.*

*Fuente: Au. Díaz. (1996).*

### **2.2.15. Coeficiente de correlación rectilínea de Pearson.**

Debido a que al observar las gráficas solo es posible comprender la representación lineal y si esta es positiva o negativa, mas no señalar el valor de la fuerza de relación, se hace uso del coeficiente r de Pearson. Pérez (1996).

El coeficiente de correlación r de Pearson está comprendido entre los valores de -1, 0 y +1, los cuales engloban relaciones como correlación negativa, sin correlación y correlación positiva, respectivamente. De acuerdo a estas definiciones podemos deducir también que los valores absolutos de r comprenden mayor índice de correlación como, por ejemplo -0,20 y +0,20 son iguales en fuerza.

### **2.2.16. Interpretaciones de un coeficiente de correlación**

Al hablar de la interpretación del coeficiente de correlación se puede inferir que es una medida con la cual se determina la relación que existe de dependencia entre ambas variables, aquí sólo se interpreta la relación de ellas, más no llega aplicar un efecto entre ambas variables, esto quiere decir que solamente se estudian la relación más no se cambia o modifica ninguna de ellas (Pérez, 2006).

### **2.2.17. Índice de Acidez y Oxidación**

El índice de acidez comprende los miligramos de NaOH o KOH que sirven para la neutralización de ácidos grasos libres que existen dentro de un gramo de aceite.

La acidez presente en las sustancias grasas es muy variable, Usualmente las grasas recién preparadas no poseen acidez. Todo lo contrario, a ello son las grasas libres que contienen una mínima cantidad de acidez, hasta que al envejecer y sin la protección a la luz la acidez puede aumentar.

Los cálculos de acidez se realizan emparejando el valor del PM de ácido libre con ácido oleico, sin embargo, no siempre es así. Se usa como disolvente al alcohol etílico, esta debe de agitarse para la solubilización de ácidos grasos libres y garantizar la distribución de indicadores para posteriormente proceder

a la molarización. El resultado arrojado posterior a la titulación con color se expresa con porcentaje de ácido oleico.

Por su parte, la oxidación comprende el proceso degenerativo del aceite por acción del oxígeno. Dentro de su concepto está el índice de peróxidos, que se encarga de medir el nivel de enranciamiento en la harina, aceite y grasa. Torres M. (2012).

#### **2.2.18. Descomposición de aceite de pescado**

Los aceites de pescado tienen en su composición la presencia de ácidos grasos insaturados, esenciales para la sobrevivencia. Sin embargo, estas tienden a la oxidación por lo que se busca el efecto contrario. Para ello, se está haciendo uso de antioxidantes adicionales como la vitamina E que al no ser suficiente para contrarrestar la oxidación se le adiciona el Etoxiquina (ETQ). San Martín Pablo (1995).

El aceite de sardina, aceite de pescado japonés, aceite de arenque y aceite de salmón son los más exportados y por ende los más comerciales. El contenido de aceite de los ya mencionados pescados oscila entre los 15% a 20%.

A su vez, solo el aceite de anchoveta posee un alto índice de yodo por lo que tiende a oxidarse fácil y genera un sabor totalmente desagradable. Quispe A. & Adaniya B-(1989).

#### **Hidrolisis**

Tiene como objetivo obtener glicerol y ácidos grasos. Para ello, se lleva a cabo un proceso en el que compete el ácido sulfúrico diluido más vapor para garantizar dos fases en la que los ácidos grasos flotan y se obtiene la glicerina a partir de la capa acuosa.

Para proceder a separar los ácidos grasos de la glicerina se lleva a cabo la decantación o también se puede realizar la hidrolisis pero a presiones de 50 atm. Haciendo uso de ZnO como catalizador. Ascensión S. (2019).

## **Pirolisis**

Se define como la transformación de moléculas de materia orgánica o materiales a moléculas simples al ser sometidas a temperaturas elevadas. Su producto involucra cambio en su composición química y efectos irreversibles.

Existen tipos de Pirolisis, la más destacada es la pirolisis lenta que se caracteriza por exponerse a temperaturas de 300-1200 °C por un tiempo de 8 días a más para obtener un producto sólido.

Otro tipo de pirolisis es por gasificación, que busca obtener combustible a partir de la combustión de carbón vegetal. Hace uso de aire y de vapor de agua.

Por último, se encuentra la pirolisis rápida, el nombre debido a que se expone con una temperatura de 500 a 800 °C a solo un tiempo de menos de 2 segundos. Su finalidad es fabricar combustibles gaseosos. No hacen uso de oxígeno y su materia prima es cualquier compuesto orgánico. Gonzales E. (2014).

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **2.3.1. Ácidos grasos insaturados**

Son aquellos con presencia de doble enlace. Generalmente se encuentran en frutos secos o alimentos de origen vegetal. Belitz (2007).

### **2.3.2. Solubles de pescado**

Es el producto final distinto que se obtiene por concentración del agua de cola mediante la evaporación. Farro (2007).

### **2.3.3. Concentrado de Agua de cola**

Son sólidos solubles de pescado que se encuentran mezcladas con agua proveniente de la operación del prensado. Farro (2007).

#### **2.3.4. Harina integral de pescado**

Sub producto rico en proteínas para la alimentación animal que se obtiene por medio del cocinado, prensado y secado de pescado. Farro (2007).

#### **2.3.5. Oxidación de ácidos grasos insaturados**

Es el proceso de descomposición del aceite ayudado por factores como la temperatura, oxígeno hasta que alcanza el doble enlace por la repetición de 04 reacciones enzimáticas. Hicks (2006).

#### **2.3.6. Población**

Es el conjunto de individuos, objetos u observaciones necesarios para someterlos a estudio extrayendo a partir de ello las muestras. Moya (2007).

#### **2.3.7. Muestra**

Forma parte significativa de la muestra y se caracteriza por que sus elementos presentan características en común, sirven para determinar estudios. Moya (2007).

#### **2.3.8. Método estadístico descriptivo**

Sirve para transmitir las características principales de la información representada en los datos y contiene elementos descriptivos que hacen innecesario el examen de todos los datos. Moya (2007).

#### **2.3.9. Método estadístico correlacional**

Es un método estadístico que determina el grado de relación existente entre dos variables  $x$  e  $y$ . Moya (2007).

### **2.3.10. Desviación estándar**

Es la variación o dispersión de los datos cuando tienden a alejarse de los valores medios. Perez (2006).

## **2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis general**

La adición del concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- a) La adición del 25% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.
- b) La adición del 30% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.
- c) La adición del 50% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1.1. Tipo de Investigación**

Se emplea en el presente trabajo de investigación lo correlacional, ya que, era determinar si una variable influye sobre la otra variable y, en este caso específico, si el concentrado de agua de cola influía en el incremento de acidez (en ácido oleico) de las harinas de pescado integrales.

#### **3.1.1 Nivel de Investigación**

El presente trabajo de investigación fue Experimental.

#### **3.1.2 Diseño**

El diseño del presente trabajo de investigación fue el pre-experimental.

#### **3.1.3 Enfoque**

El presente trabajo de investigación está relacionado directamente a la influencia del concentrado de agua de cola en el incremento de la acidez de la harina de pescado integral para lo cual se realizaron análisis químicos.

#### **3.1.4 Metodología de los Análisis Químicos**

Para esta prueba se empleó el método de determinación de acidez (en ácido oleico). El cálculo del porcentaje de acidez está referido al ácido oleico que es el ácido predominante en el pescado. Si bien es cierto, este análisis está indicado para productos líquidos como el aceite sin embargo, para determinar acidez en harina de pescado, se extrajo primero la grasa, la misma que se

disolvió en alcohol neutro. A continuación, se muestra el método analítico, que se empleó y que está indicado por la AOC para este tipo de pruebas.

**a) Del análisis de grasa.**

- Se molió finamente 100 g. de harina de pescado y de ahí se tomó una muestra de 1,5 g. Para realizar el análisis.
- Se envolvió la muestra tomada en un papel libre de elementos grasos y se colocó en el dispensador del equipo Soxhlet.
- Se instaló el equipo completo y se prendió la cocina eléctrica.
- Se dejó recircular el éter dietílico por un tiempo de 2 h. Hasta desgrasar la muestra totalmente en un frasco previamente tarado.
- Al término del tiempo se apagó la cocina eléctrica y se retiró el frasco con la grasa extraída.
- Se pesó finalmente el frasco con la grasa y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{grasa} = \frac{P_2 - P_1}{m} \times 100$$

Dónde:

$P_2$  = peso del frasco extractor + grasa

$P_1$  = peso del frasco extractor vacío

$m$  = muestra

**b) Del análisis de acidez**

- Para determinar el porcentaje de acidez, se le añadió al frasco con la grasa extraída 40 ml de alcohol neutro.
- Posteriormente se adicionó 5 gotas de fenolftaleína como indicador.
- Se tituló con hidróxido de sodio hasta el cambio de color de la solución problema.
- Se aplicó la siguientes fórmula:

$$\% \text{acidez} = \frac{A \times B \times C \times D \times E}{P}$$

Dónde:

A = ml de NaOH gastador en la titulación.

B = Factor de corrección del NaOH

C = Normalidad del NaOH

D = Peso equivalente del ácido predominante.

E = Porcentaje

P = Peso de la muestra

### c) Del método estadístico

En el presente trabajo de investigación se empleó el método estadístico correlacional para evaluar el grado de influencia de la adición del concentrado de agua de cola en la harina de pescado.

## 3.2. Población y Muestra

### 3.2.1 Población

En el presente trabajo de investigación, la población correspondió a la producción de un día, tanto para harina sin concentrado así como también para el propio concentrado de agua de cola.

### 3.2.2 Muestra

Luego para la obtención de la muestra se empleó la siguiente fórmula para poblaciones infinitas ya que no se conoció cuál podría ser la producción de 1 día.

$$n = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Dónde:

n= tamaño de muestra

Z= nivel de confianza

S= desviación típica

E= error

Una vez conocida el tamaño de la muestra entonces se tomó sistemáticamente 1 sub muestra por cada kilo que arroje la formula y cada 10 minutos, tanto para la harina de pescado sin concentrado, así como para el concentrado de agua de cola.

Luego de cada sub muestra que se tomó, esta se separó en 03 partes para realizar 03 mezclas (03 tratamientos) con diferentes proporciones de harina y concentrado tal, como se detalla a continuación:

1° Tratamiento: 25% de concentrado x 75% de harina sin concentrado.

2° Tratamiento: 30% de concentrado x 70% de harina sin concentrado.

3° Tratamiento: 50% de concentrado x 50% de harina sin concentrado.

Por lo tanto, se tuvo “n” mezclas por cada tratamiento, los mismos que fueron sometidos a los análisis correspondientes de grasa y acidez para posteriormente con esos resultados se realizó los cálculos de concentración.

### 3.3. Operacionalización de las Variables

VARIABLES	INDICADORES
1. Variables independientes (X) <b>Concentrado de agua de cola.</b>	- Adición del 25% del concentrado. - Adición del 30% del concentrado. - Adición del 50% del concentrado.
2. Variables dependientes (Y) <b>Nivel de acidez en harina de pescado integral.</b>	- Incremento del nivel de acidez con 25% de concentrado de agua de cola. - Incremento del nivel de acidez con 30% de concentrado de agua de cola. - Incremento del nivel de acidez con 50% de concentrado de agua de cola.

### 3.4. Técnicas a Emplear

#### 3.4.1. Descripción de los instrumentos

Se empleó 2 fichas técnicas en el presente trabajo de investigación y que se detallan a continuación:

##### a) **Ficha técnica para la identificación de las muestras.**

Es la ficha donde se identificó las muestras tomadas en la planta procesadora y contuvo datos importantes como son:

- Empresa.
- Material
- Estación
- Presentación
- Cantidad
- Hora
- Tipo de muestreo.

**b) Ficha técnica para la anotación de los resultados de los análisis químicos.**

Es la ficha donde se registró los resultados de los 08 análisis químicos realizados por cada mezcla realizada.

Para la realización de los análisis químicos se empleó las siguientes materiales y equipos:

***De la toma de muestra***

- Harinas integrales de anchoveta sin concentrado de agua de cola.
- Concentrado de agua de cola
- Bolsas de polipropileno.

***De los análisis químicos***

- Equipo Soxhlet para análisis de grasa.
- Vasos de precipitado de 50 ml.
- Vaguetas
- Pipetas de vidrio de 1 ml
- Erlenmeyer de 50 y 100 ml
- Pinzas
- Desecador
- Balanza analítica.

***De los reactivos químicos***

- Éter dietílico
- Alcohol neutro

- Fenolftaleína 5%
- Hidróxido de sodio 0,1 N

### **3.5. Técnicas para el Procesamiento de Datos**

Para el procesamiento de los datos se empleó el programa SPSS, versión 19.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA ANCHOVETA.

Tabla 11: Análisis químico de la anchoveta

ANCHOVETA	PROT. %	GRASA %	HUMEDAD %	CENIZAS %	ACIDEZ %
<b>Muestra 1</b>	19,86	6,10	72,00	1,80	0,80
<b>Muestra 2</b>	19,00	6,20	72,05	1,99	0,70
<b>Muestra 3</b>	19,70	6,80	71,80	1,55	0,72
<b>Muestra 4</b>	20,00	7,05	70,90	2,00	0,68
<b>Muestra 5</b>	19,20	6,95	72,00	1,50	0,79
$\bar{X}$	19,552	6,62	71,75	1,76	0,74

*Fuente: Elaboración propia.*

Si bien es cierto, la determinación de la composición química de la materia prima anchoveta, no fue objetivo directo del presente trabajo de investigación, sin embargo, se realizó en el objetivo de tener un parámetro de referencia inicial en lo que se refiere al análisis de acidez, que como se puede observar en la tabla 11 es bajo. El resto de los componentes químicos pueden considerarse normales para esta especie.

#### 4.2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ACIDEZ DEL PRIMER TRATAMIENTO CON ADICION DE 25% DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA.

Tabla 122: Análisis de acidez de harinas de pescado sin concentrado y con concentrado de agua de cola (25%)

Muestra	Harina sin concentrado % Acidez	Harina con concentrado 25 % Acidez
1	0,97	1,90
2	0,99	1,91
3	0,90	1,85
4	1,01	2,00
5	1,00	2,00
6	0,99	1,92
7	1,10	2,02
8	1,05	2,01
<b>Mo</b>	0,99	2,00
$\bar{X}$	1,00125	1,95125
<b>DS</b>	0,0544132	0,0596725

*Fuente: Elaboración propia*

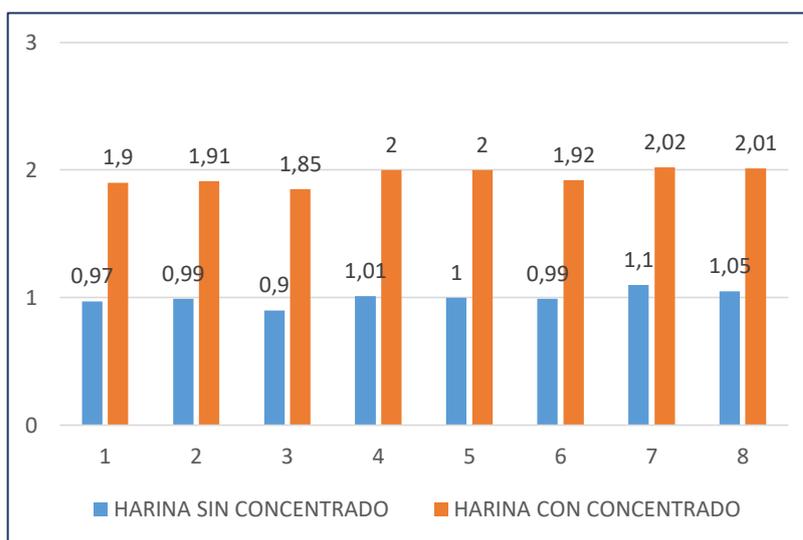


Figura 4: Composición del nivel de acidez con harina de pescado con y sin concentrado de agua de cola (25% de concentrado).

*Fuente: Elaboración propia*

En la tabla 12 y la figura 4 se puede observar que al añadir un 25% de concentrado a la harina de pescado, el nivel de acidez se elevó en promedio más o menos en 1 punto. El promedio de acidez de las harinas de pescado sin concentrado fue de 1,00125% y el porcentaje de acidez de las harinas de pescado con concentrado subió en promedio a 1,95125%. Por otro lado las desviaciones estándar tanto para las harinas con y sin concentrado fue mínimo, lo cual indica de que los resultados de los análisis químicos son altamente confiables ya que las diferencias son mínimas.

#### 4.3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ACIDEZ DEL SEGUNDO TRATAMIENTO CON ADICION DE 30% DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA.

Tabla 13: Análisis de acidez de harinas de pescado sin concentrado y con concentrado de agua de cola (30%).

<b>Muestra</b>	<b>Harina sin concentrado % Acidez</b>	<b>Harina con concentrado 30 % Acidez</b>
<b>1</b>	1,00	2,56
<b>2</b>	0,90	2,40
<b>3</b>	1,05	2,58
<b>4</b>	0,89	2,32
<b>5</b>	1,00	2,59
<b>6</b>	1,10	2,70
<b>7</b>	1,00	2,60
<b>8</b>	0,90	2,35
<b>Mo</b>	1,00	-
<b><math>\bar{X}</math></b>	0,98	2,5125
<b>DS</b>	0,0719374	0,128

*Fuente: Elaboración propia.*

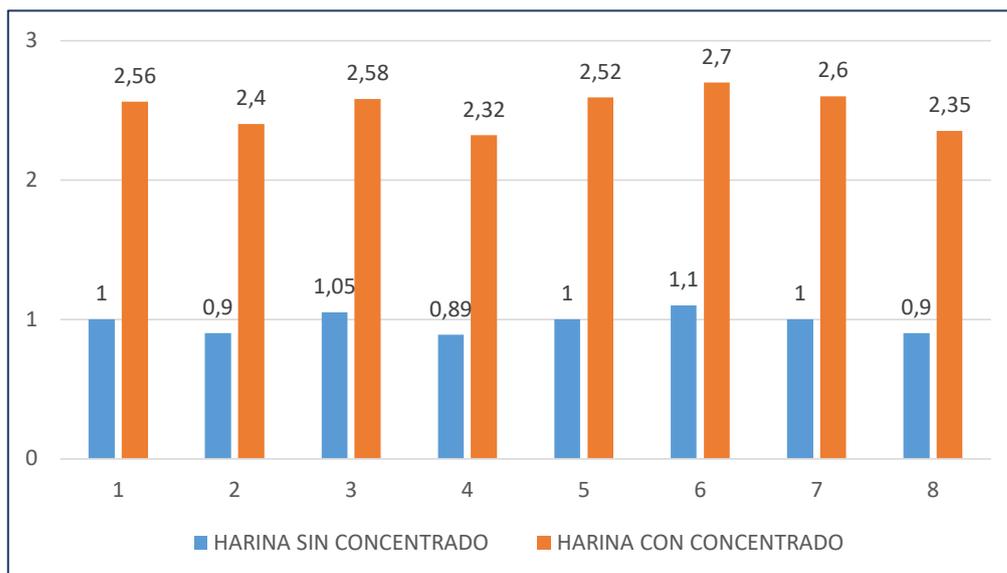


Figura 5: Comparación del nivel de acidez en harina de pescado con y sin concentrado de agua de cola (30% de concentrado)

***Fuente: Elaboración propia.***

Tanto en la tabla 13 y en la figura 5 se observa el notable incremento del nivel de acidez con la adición del 30% de concentrado de agua de cola. En promedio de 0,98% de acidez que tiene la harina de pescado sin concentrado aumento a 2,51% en promedio con la adición del 30% de concentrado de agua de cola. También es importante mencionar que la desviación standart tan baja de la harina sin concentrado así como la de la harina con 30% de concentrado indica que los resultados casi no han mostrado mayor diferencia por lo que se puede concluir que son altamente confiables

#### 4.4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ACIDEZ DEL TERCER TRATAMIENTO CON ADICION DE 50% DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA.

Tabla 14: Análisis de acidez de harinas de pescado sin concentrado y con concentrado (50%) de agua de cola

Muestra	Harina sin concentrado % Acidez	Harina con 50% concentrado % Acidez
1	1,00	3,30
2	0,90	3,30
3	1,05	3,45
4	0,89	3,15
5	1,00	3,18
6	1,10	3,80
7	1,0000	3,50
8	0,89	3,40
Mo	1,00	3,30
$\bar{X}$	0,97	3,38
DS	0,073	0,19

*Fuente: Elaboración propia.*

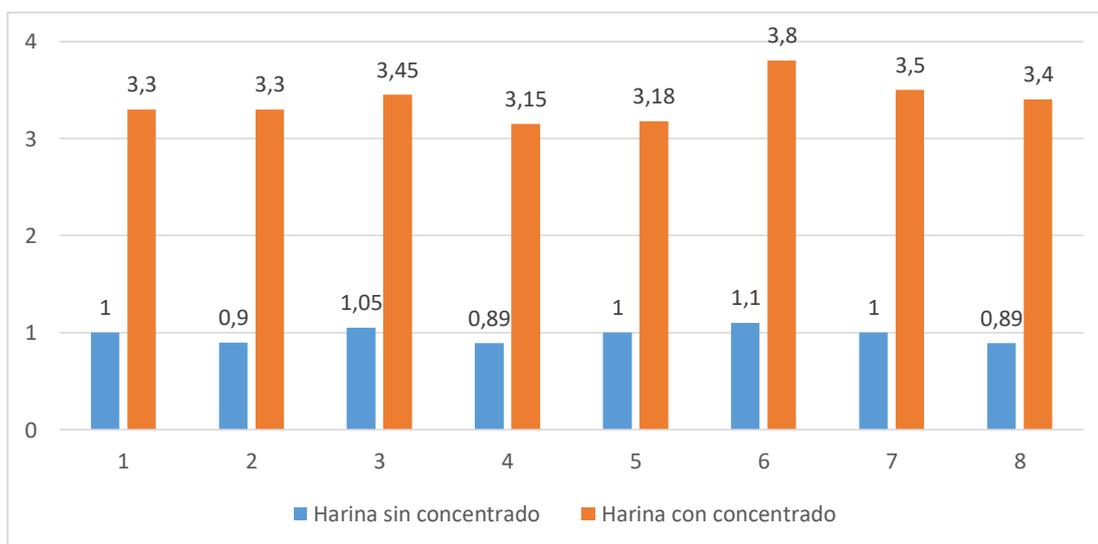


Figura 6: Comparación del nivel de acidez en harina de pescado con y sin concentrado de agua de cola (50% de concentrado)

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 14 y la figura 6 se observa cómo se incrementó el nivel de acidez de las harinas de pescado con la adición de 50% de concentrado de agua de cola. De un 0,97% en promedio que tenía la harina de pescado sin concentrado, este nivel subió en promedio a 3,38% de acidez. Las desviaciones estándar en todos los casos indican que los resultados de los análisis químicos realizados son altamente confiables ya que la diferencia entre ellas es mínima.

#### 4.5. CONSOLIDADO PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE LOS NIVELES DE ACIDEZ EN LOS TRATAMIENTOS.

Tabla 15: Incremento promedio del nivel de acidez en los tratamientos realizados.

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ (%)			
Pescado fresco	Harina sin concentrado	Harina con concentrado	Adición de concentrado
0,74	1,00%	1,95%	25% concentr.
0,74	0,98%	2,51%	30% concentr.
0,74	0,97%	3,38%	50% concentr.

*Fuente: Elaboración propia.*

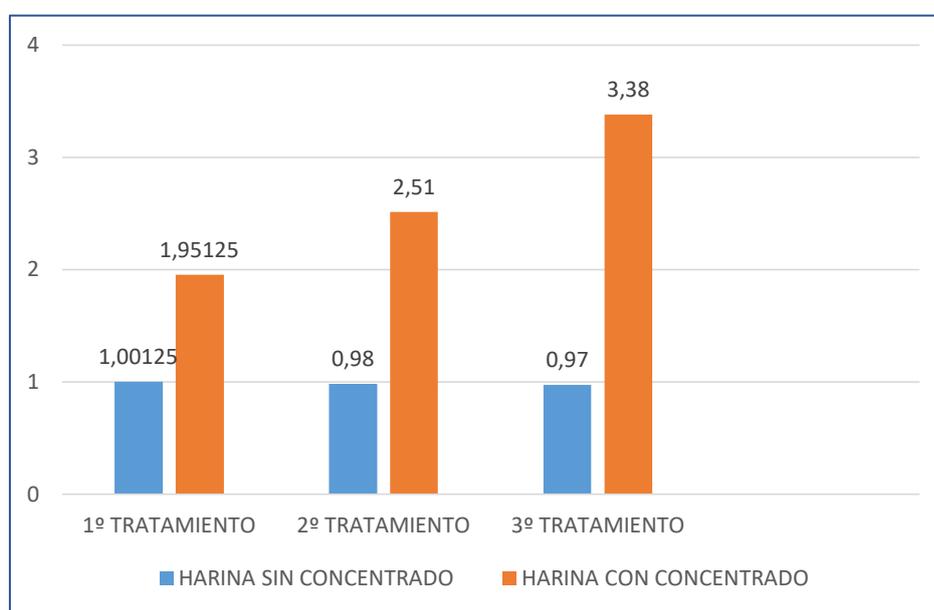


Figura 7: Comparación promedio de los niveles de acidez de los 3 tratamientos de harinas con y sin concentrado de agua de cola.

*Fuente: Elaboración Propia*

En la tabla y en la figura anterior se observa en promedio de que los niveles de acidez aumentaron cuantitativamente a medida de que se incrementaron los concentrados de agua de cola. Se observa que a mayor cantidad de concentrado mayor fue el aumento del nivel de acidez.

Se hace la observación de que en la figura 7 se nota el nivel de acidez de la anchoveta fresca con un punto de referencia para observar con mayor claridad como fue el comportamiento del incremento de acidez durante el procesamiento de elaboración.

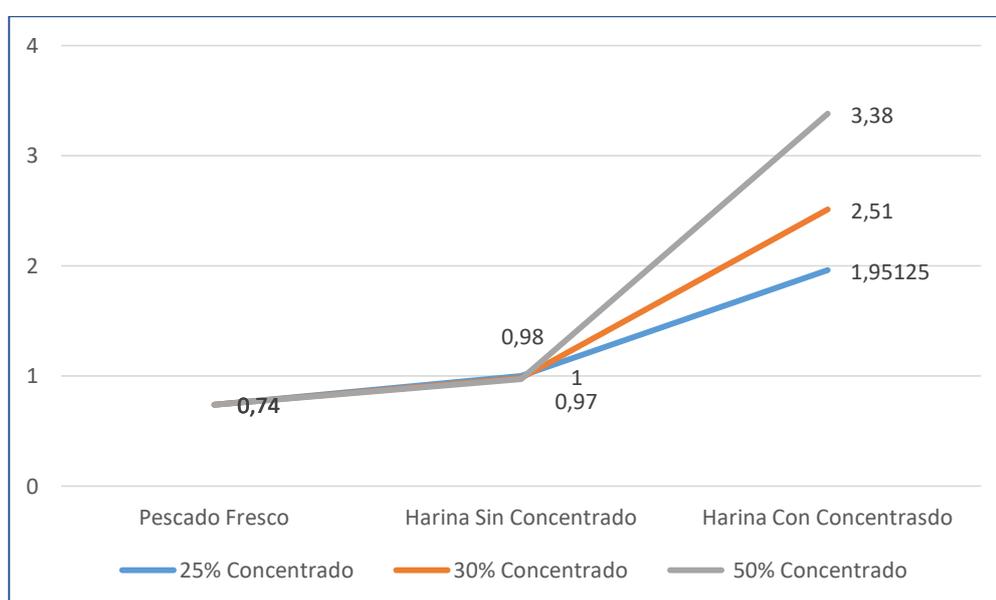


Figura 8: Curva comparativa del crecimiento del nivel de acidez en harinas de pescado con y sin concentrado de agua de cola.

**Fuente: Elaboración propia.**

En el gráfico anterior se puede observar claramente como fue en promedio el incremento de los niveles de acidez de las harinas de pescado, en diferentes cantidades de concentrado de agua de cola, y se puede ver que el mayor incremento de acidez se dio en la muestra de harina de pescado con mayor incremento de concentrado de agua de cola (50%) llegando a un nivel de 3,38%, seguido de la harina con 30% de concentrado que llegó a un nivel de 2,51% de acidez y por debajo de ellos la harina de pescado con 25% de concentrado que alcanzó un nivel de 1,95125%.

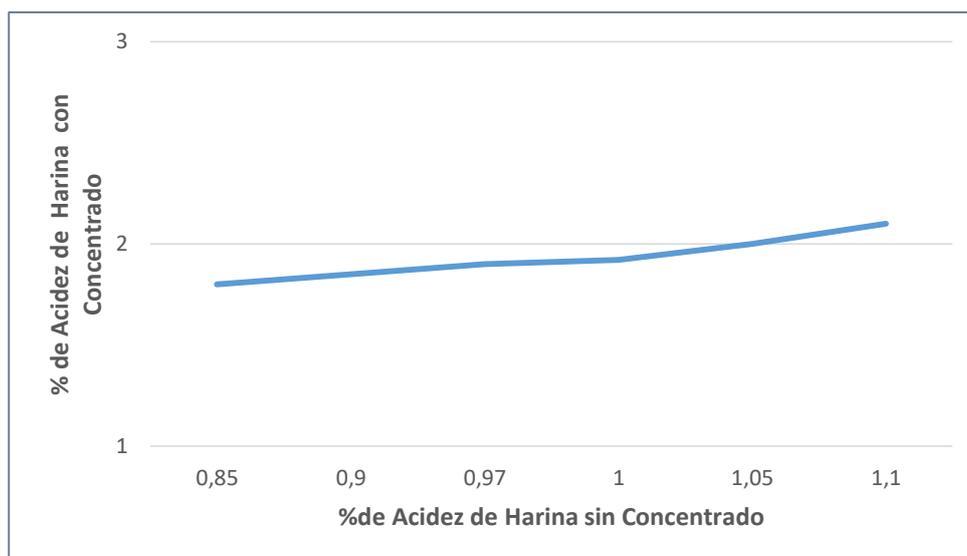


Figura 9: Gráfico de esparcimiento del índice de correlación del primer tratamiento (25% de concentrado).

**Fuente:** *Elaboración propia.*

En la Fig. 9 anterior se observa el gráfico de esparcimiento del índice de correlación del primer tratamiento con adición de 25% de concentrado de agua de cola. Dicho grafico corrobora el resultado cuantitativo que fue 0,87, ya que se observa que los puntos se encuentran cercanas a la recta.

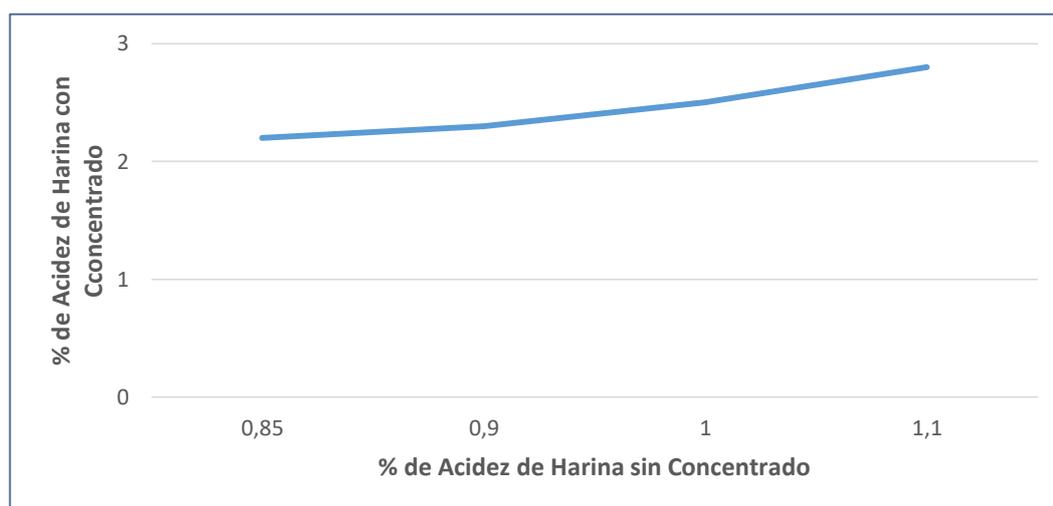


Figura 10: Gráfico de esparcimiento del índice de correlación del segundo tratamiento (30% de concentrado).

**Fuente:** *Elaboración propia.*

En la figura 10 se observa el gráfico de esparcimiento del índice de correlación del segundo tratamiento (30% de concentrado). Aquí también se observa que los puntos se encuentran cercanos a la recta y se comprueba el índice de correlación que fue 0,96. Sin embargo debe notarse que el resultado correlacional del segundo tratamiento es mayor que en el primer tratamiento lo que indica un mayor grado de relación.

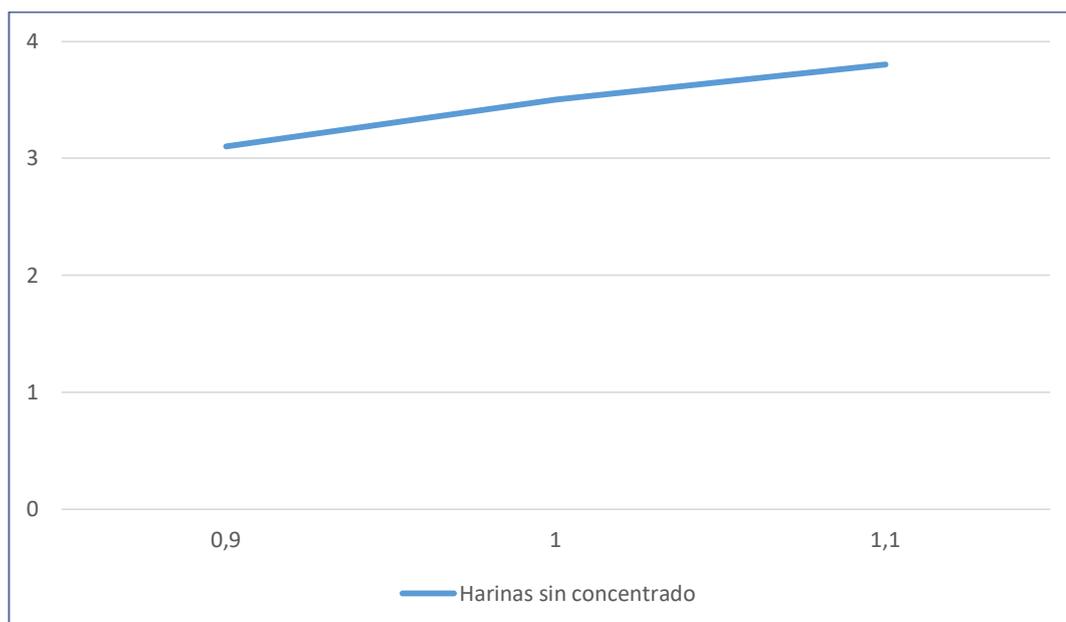


Figura 11: Gráfico de esparcimiento del índice de correlación del tercer tratamiento (50% de concentrado).

***Fuente: Elaboración propia.***

En la figura 11 se observa que los puntos se encuentran un poco más dispersos que en los tratamientos anteriores y concuerda con el resultado cuantitativo que fue 0,68.

#### 4.6. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CORRELACION DEL INCREMENTO DE ACIDEZ EN HARINAS DE PESCADO CON AGREGADOS DE CONCENTRADO DE AGUA DE COLA.

Tabla 16: Coeficiente de correlación del nivel de acidez en harinas con agregado de concentrado de agua de cola.

MUESTRA	R
1. Harina de pescado con adición de concentrado (25%)	0,87
2. Harina de pescado con adición de concentrado (30%)	0,96
3. Harina de pescado con adición de concentrado (50%)	0,68

*Fuente: Elaboración Propia.*

En el cuadro anterior se observa que los resultados del índice de correlación en los 3 casos son diferentes. El primer tratamiento se encuentra en el rango de aceptable y los otros dos tratamientos, el segundo y el tercero se encuentran en el rango de bueno y regular respectivamente de acuerdo a Martínez (2003).

## **CAPITULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. DISCUSIONES**

#### **En la Tabla 11**

Se muestra el análisis químico de la anchoveta. Al respecto debemos mencionar que se analizó la materia prima antes de procesarse con la finalidad de tener al final toda la secuencia analítica desde la materia prima hasta la obtención de harina con concentrado de agua de cola. Lo interesante de este estudio es que se tiene toda la secuencia de la misma materia prima desde su recepción hasta el proceso final y así de esta manera evitamos trabajos con tablas nutricionales que a veces no reflejan exactamente la realidad.

En este caso, los resultados químicos de la materia prima se pueden decir que se encuentran dentro de los rangos normales para estos recursos, destacando siempre su nivel alto de proteínas y su aporte muy importante de grasa. En este mismo cuadro se puede apreciar que el nivel de acidez de las especies analizadas es bajo en todos los casos, lo que demostró que se trató de una materia prima fresca. El índice de acidez calculado se realizó tomando como muestra, en este caso de la anchoveta se calculó el factor del ácido oleico que es el ácido predominante en esta especie.

#### **En la Tabla 12**

Se muestran los resultados de los análisis de acidez de las harinas de pescado sin concentrado y con concentrado correspondiente al primer tratamiento (Harina de pescado con 25% de concentrado) y a simple vista se nota un incremento importante del contenido de acidez llegando a subir en promedio de 1,00125% (Harina sin concentrado) a 1,95125% (Harina con 25% de concentrado de agua de cola). Entonces

se puede afirmar que con el incremento de concentrado de agua de cola, la harina de pescado subirá aproximadamente en un 0,95% el nivel de acidez.

Análogamente la histamina es una amina biógena que se forma en el pescado e indica deterioro en la harina habiendo una similitud entre el nivel de histamina, y el nivel de acidez ya que los dos indican deterioro del pescado o de la harina.

Por otro lado (Windsor y Barlow, 1983) sostienen que el 20% de harina final es proveniente gracias al agua de cola, por lo que se da visto bueno a su recepción. Sin embargo (Gailo seminario,2002) dice que muchos productos prefieren eliminarlos del proceso para no arriesgar a que el producto final presente problemas debido a que el agua de cola requiere un control especial, caso contrario presenta putrefacción.

Esta apreciación es corroborada por Torres M. (2012) quien sostiene que cuanto mayor sea el tiempo de proceso, hay mayor posibilidad de enranciamiento, igualmente, en la oxidación el agua y la temperatura actúan como agentes catalizadores, y entre mayor presencia de estos en el tiempo hay mayor enranciamiento.

### **En la Tabla 13**

Como se observa el nivel de acidez ha sobrepasado el 2,00 % de acidez con la adición del 30% concentrado de agua de cola. Según la APA (Asociación Peruana de Avicultura) el nivel máximo de tolerancia de acidez por parte de los pollos es 1,20% ya que porcentajes mayores causan daño a las aves. A manera de comprobación se reportaron los niveles de tolerancia de acidez (en ácido oleico) empleados en Estados Unidos y Brasil que son; el 3,00 % y 2,00 % respectivamente según AAFCO que es un compendio Brasileiro de alimentación. Lo que sucede, es que en países del extranjero se emplea la harina de pescado en porcentajes bajos ya que para estos países resulta caro emplear este insumo porque lo tienen que importar y por el contrario en nuestro país, cuanto más harina de pescado se utiliza el alimento balanceado es más barato ya que el Perú es el primer productor mundial de este insumo.

### **En la Tabla 14**

Se observan los resultados de los análisis de acidez del tercer tratamiento (con 50% de concentrado de agua de cola) en donde el promedio de acidez de las harinas aumento de 0,97% a 3,38% en el incremento del concentrado y en este caso es muy

notorio el incremento del nivel de acidez comparado con los otros tratamientos que tienen menos concentrado de agua de cola.

En este caso el incremento del nivel de acidez fue de 2,41% porcentaje mucho más alto que los otros dos tratamientos y se vuelve a corroborar que a mayor incremento de concentrado de agua de cola mayor es también el incremento del nivel de acidez.

Al margen de los resultados obtenidos en los 3 tratamientos es necesario aclarar que estadísticamente los resultados que se obtienen en un trabajo de investigación son válidos solamente para el momento y el lugar donde se realizó dicho trabajo.

### **En la Tabla 15**

Se muestra los resultados promedios de los 3 tratamientos con 25%, 30% y 50% de concentrado de agua de cola. En dicho cuadro se observa los incrementos de los niveles de acidez en los diferentes tratamientos, así mismo, dicho cuadro se ha consignado el resultado del análisis de acidez de la anchoveta fresca que en promedio fue 0,74% y obsérvense que de ahí subió el nivel de acidez en la harina ya elaborada pero en poco porcentaje y aumentado considerablemente con el incremento del concentrado de agua de cola.

### **En la Tabla 16**

Se exponen los resultados del estudio de correlación de los 3 tratamientos y en todos los casos los índices son diferentes sin embargo tienen una tendencia de influencia pero en diferentes niveles. Para el estudio de la correlación las variables correlacionadas fueron (x)=harina sin concentrado y (y)=harina con concentrado y analizando cada resultado se puede concluir en lo siguiente:

En el primer tratamiento con adición del 25% de concentrado de agua de cola la correlación fue mayor que en los otros tratamientos y fue de 0,87 que según Martínez B. (2003) se encuentra en la escala de aceptable, lo que quiere decir que si hay una correlación de influencia en un índice de 0,87 entre las 8 muestras analizadas, a lo que es lo mismo los resultados indicaron que en las muestras tomadas cada 10 minutos la adición de concentrado de agua de cola se comportó en forma uniforme en respecto a la adición del concentrado o dicho en otras palabras, en las 8 muestras tomadas el incremento del concentrado de agua de cola aumento el nivel de acidez de la harina de

pescado en forma proporcional y se puede deducir que en las variables Correlacionales una de ellas influye sobre la otra aceptablemente.

Por otro lado, en el segundo tratamiento (30% de concentrado) el índice de correlación fue de 0,96 y como se podrá observar fue mayor que en el primer tratamiento y según Martínez B.(2003) se encuentra en el rango de bueno, lo que significa que el nivel de influencia no es muy fuerte o en palabras simples, la variable independiente no ejerce mucha influencia sobre la variable dependiente por lo tanto el incremento del nivel de acidez por la adición del concentrado de agua de cola (30%) indica que fue homogéneo.

Finalmente el tratamiento N°3 (con 50% de concentrado) fue el que dio el resultado más bajo del estudio correlacional 0,68 y que también se encuentra en el rango de regular.

Según Rojas S. (1979), las harinas de pescado cuando se deterioran bajan notablemente su porcentaje de digestibilidad en los animales, así mismo la aves pierden peso, pigmentación y finalmente hay mortalidad.

## **5.2. CONCLUSIONES**

**5.2.1.** El nivel de acidez del primer tratamiento (25% de concentrado de agua de cola), se incrementó de 1,00125% a 1,95125% habiendo aumentado en promedio 0,95125%.

Para la preparación de la muestra del primer tratamiento se mezcló 25% de concentrado de agua de cola y 75% de harina integral. El nivel de acidez de la harina sin concentrado fue de 1,00125% y después de la adición del concentrado este nivel subió a 1,95125% aumentando un promedio de 0,95125%.

**5.2.2.** El nivel de acidez del segundo tratamiento (30% de concentrado de agua de cola) se incrementó de 0,98% a 2,51% habiendo aumentado en promedio 1,53%. Para la preparación de la muestra del segundo tratamiento se mezcló 30% de concentrado de agua de cola y 70% de harina integral. El nivel promedio de acidez de la harina sin concentrado fue de 0,98%, y después de la adición del concentrado este nivel subió a 2,51% aumentando un promedio de 1,53%

**5.2.3.** El nivel de acidez del tercer tratamiento (50% de concentrado de agua de cola) se incrementó de 0,97% a 3,38% habiendo aumentado en promedio 2,41%. Para

la preparación de la muestra del tercer tratamiento se mezcló 50% de concentrado de agua de cola y 50% de harina integral. El nivel promedio de la harina sin concentrado fue de 0,97%, y después de la adición del concentrado este nivel subió a 3,38% aumentando un promedio 2,41%

### **5.3. RECOMENDACIONES**

**5.3.1.** Las empresas harineras deben de poner en operación mecanismos como la adición de algún antioxidante en el agua de cola con la finalidad de evitar el incremento de la acidez.

Podrá emplearse por ejemplo Etoxiquina que también se adiciona en la harina de pescado.

**5.3.2.** Puede repetirse el presente trabajo de investigación pero adicionando concentrados en porcentajes diferente. Se hace esta recomendación con la finalidad de observar si el incremento de acidez es proporcional en todos los porcentajes por ejemplo: adicionar solamente un 5% de concentrado y evaluar cómo influye en el incremento de acidez

**5.3.3.** Deben realizarse investigaciones con concentrados de agua de cola que hayan estado almacenados durante tiempos diferentes como agua de cola para observar si el incremento de acidez e igual en todos los casos.

## CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN

### 6.1. FUENTES BIBLIOGRAFICAS

Au Díaz (1996). *“Elaboración de harina de pescado de alta calidad”*. Manual preparado especialmente para Esmital. Concepción, Chile. 126 pp

Ahumada & Contreras. (2004). *“Evaluation of coastal waters receiving fish processing waste”*: Lota Bay as a case study. Environmental monitoring and assessment.

Ascension Sanz Tejedor (2019). *“Química Orgánica”*.  
<https://www.eii.uva.es/orgánica/qoi/tema-uz.php>

Asesoria. (2010). *“Harina de pescado secado con Sistema”* (Steam Dried).

Belitz. (2007). *“Química de los alimentos”*. Dr. Hans- Dieter Belitz. Editorial Acribia, S.A.

Del valle & Aguilera. (1991). *“Physicochemical characterization of raw fish and stickwater from fish meal production”*. Journal of science food and agriculture.

Dominguez L. (2011). *“Secado spray de aguas de cola en la industria de harina de pescado”*.

Farro. (2007). *“Industria Pesquera”*. Lima Perú. Editorial Palomino 2007

García S & Pacheco & Carvallo & Lugo. (1996) *“Aproximación experimental al tratamiento del agua de cola”*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. AC México.

García S. (2008). *“Impacto del agua de cola en la Industria Pesquera”*.

- Guevara P. (2014) "*Harinas Especiales de Pescado*" Informe Universidad Nacional del Callao. 2014. Lima Perú.
- Gonzales Erick (2014) "Pirolisis rápida de aceites vegetales: Una alternativa energética". UN PSJB. Trelew, Chubut, Argentina.
- Harris, W. S., Mozaffarian, D., Rimm, E., Kris-Etherton, P., Rudel, L. L., Appel, L. J., Engler, M. M., et al. (2009). *Ácidos grasos omega-6 y riesgo de enfermedad cardiovascular. Circulación*, 119, 902-907.
- Hicks G. (2006) "*Bioquímica*". Litografía ingramex. México.
- Huerta F. (2008) "*Análisis químicos y microbiológicos de aguas de cola del Norte Chico para su posible utilización en la agricultura*". Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Pesquera - Facultad de Ingeniería Pesquera.
- Imarpe (2008) "Boletín informativo" Lima- Perú.
- Kleeberg F, (2001). "*La industria pesquera en el Perú*". Fondo de desarrollo. Editorial Universidad de Lima. Lima.
- Kong Moreno Consuelo Margarita (1992) "Hidrolisis enzimática de aceites usando la lipasa del *Ricinus communis*".
- Landeo G & Ruíz (1996). "producción de harina de pescado".
- Martínez (2003) "Estadística básica aplicada". Ecoe. Ediciones Colombia.
- Mercado (2008). "*Engraulis ringens*" Monografía.
- Moya R. (2007). "*Estadística descriptiva*". Editorial San Marcos. Lima. Perú.
- Osuna O. (1989) "Toxicología aviar: Vómito negro, la histidina y la mollerósina en la harina de pescado" Facultad de medicina veterinaria y de zootecnia Bogotá – Colombia.
- Quispe Ascencio Virginia & Adaniya Higa Beatriz (1989). "Evaluación de los aceites vegetales y pescados como diesel 2" tesis UNI.
- Pérez L. (2006). "*Estadística básica*". Edit. San Marcos. Lima Perú.

- Rodríguez R. (1991) “*Utilización de la harina de pescado y su incidencia en el vómito negro*”. Memorias Seminario XII Congreso Latinoamericano de avicultura. Ecuador.
- Rojas S. (1979) “*Nutrición Animal Aplicada*”. Departamento de Nutrición U.N.A. La Molina – Perú.
- Silva O. (2003) “*Elaboración de harina de pescado*”. Tesis Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Soto L. R. (2003) “*Evaluación térmica de la planta evaporadora de agua de cola de la empresa Industrial Pesquera Ilo S.A. (Ex. V.O 52 – Pesca Perú)*”. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería Pesquera Facultad de Ingeniería Pesquera.
- Tanikawa, E. (1985). *Fish scrap (cake) and fish meal. In: Marine products in Japan. Revised Edition. Koseisha Koseikaku Co., Ud., Tokyo.*
- Tarr H. (1982). “*Effect Processing on the Nutritive Value of Fishing*”.
- Torres Meneses Florentino (2012) “*Poultry Processing and rendering consultant*”.
- Vaisali, C., Charanya, S., Belur, D. P., y Regupathi, I. (2015). *Refino de aceites comestibles: una evaluación crítica de las tecnologías actuales y potenciales. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 50, 13–23*

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><b><u>Problema principal</u></b> ¿En qué medida la adición de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de las harinas de pescado integral?</p> <p><b><u>Problemas Específicos</u></b></p> <p>a) ¿En qué medida la adición del 25% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral?</p> <p>b) ¿En qué medida la adición del 30% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral?</p> <p>c) ¿En qué medida la adición del 50% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral?</p>	<p><b><u>Objetivo General</u></b> Establecer la influencia de la adición del concentrado en el incremento del nivel de acidez de harina de pescado integral.</p> <p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>a) Determinar en qué medida la adición del 25% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez en la harina de pescado integral.</p> <p>b) Determinar en qué medida la adición del 30% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez en la harina de pescado integral.</p> <p>c) Determinar en qué medida la adición del 50% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez en la harina de pescado integral.</p>	<p><b><u>Hipótesis General</u></b> La adición del concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.</p> <p><b><u>Hipótesis Específicos</u></b></p> <p>a) La adición del 25% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.</p> <p>b) La adición del 30% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.</p> <p>c) La adición del 50% de concentrado de agua de cola influye en el incremento del nivel de acidez de la harina de pescado integral.</p>	<p><b><u>Variable Independiente (X)</u></b> Concentrado de agua de cola.</p> <p><b><u>Variable Dependiente (Y)</u></b> Nivel de acidez en harina de pescado integral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25% de Concentrado de agua de cola.</li> <li>• 30% de Concentrado de agua de cola.</li> <li>• 50% de Concentrado de agua de cola.</li> <li>• Incremento del nivel de acidez con 25% de concentrado de agua de cola.</li> <li>• Incremento del nivel de acidez con 30% de concentrado de agua de cola.</li> <li>• Incremento del nivel de acidez con 50% de concentrado de agua de cola.</li> </ul>

## VII. ANEXOS



Preparación de la muestra.



Muestra cuarteada.



Pesado de la muestra.



Realizando análisis de grasa.



Extracción de grasa.



Determinación de acidez.



Determinando acidez.



Análisis de acidez realizado.

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha técnica de identificación de muestras	
Datos	Descripción
Empresa	
Material	
Estación	
Presentación	
Cantidad	
Hora de muestreo	
Tipo de muestreo	
Fecha de muestreo	
Muestreador	

Ficha Técnica de Análisis Químicos		
Porcentaje de mezcla	Grasa %	Acidez %
Muestra		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		