

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**“USO DE UN PRESERVANTE BACTERIANO EN ANCHOVETA  
(*Engraulis ringens*) EN POZA DE RECEPCIÓN DESTINADA A LA  
PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO”**

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

**MARÍA FERNANDA CASTILLO URIBE**

**LIMA – PERÚ  
2022**

---

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación.

(Art.24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

# TSP -Castillo - CORRECCION 2024.6.pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | <a href="https://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a><br>Fuente de Internet                             | 1% |
| 2 | <a href="https://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a><br>Fuente de Internet                             | 1% |
| 3 | <a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1% |
| 4 | <a href="https://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a><br>Fuente de Internet                   | 1% |
| 5 | <a href="https://www.fvet.edu.uy">www.fvet.edu.uy</a><br>Fuente de Internet                         | 1% |
| 6 | <a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a><br>Fuente de Internet           | 1% |
| 7 | <a href="https://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | 1% |
| 8 | <a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a><br>Fuente de Internet               | 1% |
| 9 | <a href="https://repositorio.unia.edu.pe">repositorio.unia.edu.pe</a><br>Fuente de Internet         | 1  |

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## FACULTAD DE PESQUERÍA

### “USO DE UN PRESERVANTE BACTERIANO EN ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) EN POZA DE RECEPCIÓN DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO”

Presentada por:

María Fernanda Castillo Uribe

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de:

**INGENIERO PESQUERO**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc. David Julián Roldán Acero  
**Presidente**

---

M. Sc. Tito Eduardo Llerena Daza  
**Miembro**

---

Ing. Nancy Martínez Ordínola  
**Miembro**

---

Mg. Sc. Juan Rodolfo Omote Sibina  
**Asesor**

Lima-Perú

2022

## **DEDICATORIA**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes me han brindado un constante apoyo y aliento a lo largo de este proceso. En particular, quiero dedicar un agradecimiento especial a mi querida abuelita, Libia Morales, cuyo inmenso corazón y amor generoso han sido una inspiración constante en mi vida. Gracias a ella, he aprendido que la bondad prevalece y que las personas buenas existen. Su ejemplo ha dejado una huella imborrable en mi vida y siempre la llevaré en mi corazón. Te amaré por siempre.

## INDICE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| I.     | INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| 1.1.   | Problemática .....   | 1  |
| 1.2.   | Objetivos:.....  | 2  |
| II.    | REVISION DE LITERATURA.....  | 4  |
| 2.1.   | Anchoveta ( <i>Engraulis ringens</i> ): Características generales..... | 4  |
| 2.2.   | Taxonomia .....  | 5  |
| 2.3.   | Capturas .....   | 6  |
| 2.4.   | Composición Químico Proximal .....                                     | 6  |
| 2.5.   | Deterioro del pescado .....  | 7  |
| 2.6.   | Tipos de deterioro .....   | 8  |
| 2.7.   | Evaluación de la calidad del pescado .....                             | 12 |
| 2.8.   | Técnicas de conservación del pescado .....                             | 15 |
| 2.9.   | Ácidos orgánicos .....   | 18 |
| 2.10.  | Harina de pescado .....  | 21 |
| a)     | Calidad Microbiológica .....   | 25 |
| b)     | Calidad Físico Químico.....  | 26 |
| c)     | Calidad Bioquímica.....  | 28 |
| III.   | DESARROLLO DEL TRABAJO.....  | 31 |
| 3.1.   | Metodología.....   | 31 |
| 3.1.1. | Materia Prima .....  | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.2.Materiales.....   | 32 |
| 3.1.3.Equipos.....  | 32 |
| 3.1.4.Reactivos.....  | 32 |
| 3.2. Métodos de análisis de TBVN:.....  | 33 |
| 3.3. Descripción del procedimiento de trabajo.....                            | 34 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....   | 39 |
| 4.1. Rangos de pH inicial y final de IN FORLEX en pozas de recepción.....     | 39 |
| 4.2. Determinación de los valores de TBVN aplicando preservante.....          | 41 |
| 4.3. Evaluación de la relación costo dosis con ácidos orgánicos vs hielo..... | 51 |
| V. CONCLUSIONES.....  | 53 |
| VI. RECOMENDACIONES.....  | 54 |
| VII. BIBLIOGRAFIA.....  | 55 |

## INDICE DE FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura N°1 | : Anchoqueta (Engraulis ringens).....                        | 4  |
| Figura N°2 | : Acción de los ácidos orgánicos en la membrana celular..... | 20 |
| Figura N°3 | : Bomba dosificadora .....                                   | 34 |
| Figura N°4 | :Flautas en los toboganes de descarga.....                   | 34 |
| Figura N°5 | :Tanques con preservante .....                               | 35 |
| Figura N°6 | :Toma de pH del ´producto .....                              | 35 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla N° 1. Desembarque marítimo 2013-2023 .....   | 6  |
| Tabla N° 2. Análisis químico proximal de la anchoveta.....   | 7  |
| Tabla N° 3. Aminas biógenas.....   | 11 |
| Tabla N° 4. Contenidos de microorganismos en la harina de pescado. ....  | 25 |
| Tabla N° 5. Parámetros de calidad de la harina de pescado.....   | 28 |
| Tabla N° 6. Parámetro de calidad de las harinas de acuerdo con su TBVN e Histamina. ....                                 | 30 |
| Tabla N° 7. Rangos de TBVN máximos de acuerdo con la calidad de materia prima<br>repcionada.....                         | 37 |
| Tabla N° 8. TBVN máximos de acuerdo con la materia prima a ingresar a cocina.....  | 37 |
| Tabla N° 9. TBVN máximos de acuerdo con la harina obtenida. ....   | 38 |
| Tabla N° 10. Resultados de pH inicial y final en pozas de recepción.....   | 41 |
| Tabla N° 11. Calidades de materia prima en la recepción respecto a su TBVN.....  | 42 |
| Tabla N° 12. TBVN de Descarga de materia prima.....  | 43 |
| Tabla N° 13. TBVN de Ingreso a cocina y tiempo de espera. ....   | 45 |
| Tabla N° 14. TBVN de harina de pescado e Histamina por SGS. ....   | 47 |
| Tabla N°15. Ratios de incremento de TBVN por hora. ....  | 48 |
| Tabla N° 16 Indicadores estadísticos de TBVN y rango de incremento.....  | 49 |
| Tabla N° 17. Costos para producir una tonelada de harina de pescado utilizando IN FORLEX<br>sistema de preservación..... | 51 |
| Tabla N° 18. Costos para producir una tonelada e harina de pescado utilizando hielo como<br>sistema de preservación..... | 51 |

## **ANEXOS**

|           |                                    |    |
|-----------|------------------------------------|----|
| Anexo N°1 | . Ficha Técnica de IN FORLEX. .... | 60 |
|-----------|------------------------------------|----|

## RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue analizar el efecto de la adición de un preservante químico en la conservación de la anchoveta (*Engraulis ringens*) destinada a la producción de harina y aceite de pescado, con el propósito de mitigar la degradación ocasionada por la actividad química, enzimática y microbiana que ocurre inmediatamente después de su captura.

La investigación y recopilación de datos se llevaron a cabo en las instalaciones de una planta pesquera ubicada en el norte de Perú durante la temporada de pesca 2021-II. Se realizaron mediciones de TBVN en los laboratorios de la planta pesquera y se compararon con los datos oficiales proporcionados por la certificadora SGS.

Los resultados obtenidos indicaron que el uso del preservante IN FORLEX permitió la conservación efectiva de la anchoveta en las pozas de recepción. Se determinó que el ratio de incremento promedio obtenido con la adición del preservante fue de 0,79 mg/100g por hora con IN FORLEX, lo cual se encontró por debajo de los valores normales obtenidos con hielo (1,6 mg/100g por hora) y otro preservante (0,96 mg/100g por hora). Esto resultó en un promedio de TBVN en harina final de 110,43, junto con niveles bajos de histamina, con un promedio de 129,60 ppm.

Además, se evaluó el costo de producción de harina de pescado utilizando IN FORLEX como preservante, el cual fue de 16,8 \$/tonelada en comparación con el método tradicional de hielo, que ascendió a 26 \$/tonelada. Esto representa una mayor rentabilidad para las plantas pesqueras, siendo un 35 % más económico y de aplicación más sencilla.

Palabras claves: anchoveta, ácidos orgánicos, preservante, tbvn, poza de recepción

## **ABSTRACT**

The main objective of this study was to analyze the effect of adding a chemical preservative on the conservation of anchoveta (*Engraulis ringens*) destined for the production of fishmeal and fish oil, with the purpose of mitigating degradation caused by chemical, enzymatic, and microbial activity that occurs immediately after capture. Research and data collection were conducted at a fish processing plant located in northern Peru during the 2021-II fishing season. TBVN measurements were taken in the laboratories of the fish processing plant and compared with official data provided by the certifier SGS.

The results indicated that the use of the preservative IN FORLEX allowed for the effective conservation of anchoveta in the reception ponds. It was determined that the average increase ratio obtained with the addition of the preservative was 0.79 mg/100g per hour with IN FORLEX, which was below the normal values obtained with ice (1.6 mg/100g per hour) and another preservative (0.96 mg/100g per hour). This resulted in an average TBVN in the final fishmeal of 110.43, along with low levels of histamine, averaging 129.60 ppm.

Additionally, the production cost of fishmeal using IN FORLEX as a preservative was evaluated, which was \$16.8/ton compared to the traditional ice method, which amounted to \$26/ton. This represents higher profitability for fish processing plants, being 35% cheaper and easier to apply.

Keywords: anchoveta, organic acids, preservative, TBVN, reception pond.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problemática

Toda planta pesquera tiene como objetivo optimizar la calidad de harina de pescado para encontrarse primero en el sector pesquero. Por ello, cada temporada de pesca buscan mejorar su calidad obtenida, reduciendo las pérdidas de calidad del pescado desde el inicio de la captura hasta el procesamiento en la planta, mejorando los equipos usados en sus procesos, la manipulación, los tiempos de captura y conservación del pescado en planta.

Los principales cambios atribuidos a la descomposición del pescado es la carga microbiana, la cual se encuentra relacionada con las condiciones ambientales, temperatura, contenido de sal, métodos de captura y condiciones de enfriamiento, produciendo olores y sabores desagradables, que a su vez son el resultado de la degradación de compuestos de bajo peso molecular como trimetilamina (producida por 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 (FAO, 1999).

Neira (2015) menciona que los aspectos fundamentales en la conservación de la materia prima son: los sistemas de refrigeración en embarcaciones (AME y RSW).

Imarpe (1971) indica que las alteraciones (físicas, químicas y microbiológicas) que sufre la anchoveta desde su captura, depende de una serie de factores tales como: condición de captura, del medio ambiente y fisiológicas, distancia de la zona de pesca, método de almacenaje a bordo, descarga, etc que favorecen su deterioro progresivo siendo difícil, en condiciones normales, impedir estas alteraciones.

En este sentido, se hace necesario emplear sistemas de conservación que, además de los sistemas de refrigeración conocidos, sean una alternativa técnica y económicamente viable para conservar la materia prima. Ante esta problemática, surgieron algunas alternativas como el uso de compuestos químicos para su conservación, llevándose a cabo experiencias en especies clupéidos, utilizando Nitrito de sodio ( $\text{NaNO}_2$ ), y formaldehído ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), aunque se observaron problemas de toxicidad y pérdida de calidad de proteínas, descartándolos y encontrándose actualmente restringidos para uso por la Unión Europea (Ayala, 2004).

Por lo mencionado, el trabajo buscó replantear el uso de aditivos químicos, especialmente los ácidos orgánicos, que se encuentran validados por la FDA y el Codex Alimentarius, siendo su principio básico de acción en su estado no disociado, penetrar la pared celular microbiana para interrumpir la fisiología normal de la célula, reduciendo el pH interno. Esta disminución del pH desestabiliza las proteínas de la célula (Aguerre, Serrato & Calzetta Resio, 2013).

## **1.2. Objetivos:**

### Objetivo General:

- Evaluar la efectividad del producto IN FORLEX como fuente de ácidos orgánicos para ser utilizado como preservante de la calidad en la anchoveta sin refrigeración y determinar su efecto en el retraso del deterioro de la materia prima.

### Objetivos Específicos:

- Determinar los rangos de pH del producto IN FORLEX en las pozas de recepción de la planta pesquera.
- Evaluar los tiempos de efectividad del preservante IN FORLEX en la conservación de la anchoveta.
- Analizar los valores de N-BVT (nitrógeno de bases volátiles totales) como indicador del grado de deterioro de la materia prima tratada con IN FORLEX.

- Establecer la relación costo-dosis del preservante IN FORLEX en comparación con el uso de hielo para la conservación de la anchoveta.
- Comparar los resultados obtenidos con el preservante IN FORLEX con los estándares de calidad establecidos para la conservación de la materia prima en plantas pesqueras

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Anchoveta (*Engraulis ringens*): Características generales

La anchoveta (Figura N° 1) es un tipo de pez que se encuentra en aguas pelágicas y suele ser de tamaño pequeño, con una longitud máxima de hasta 20 cm. Tiene un cuerpo alargado y poco comprimido, con una cabeza larga y un hocico alargado formado por el labio superior. Sus ojos son notablemente grandes. En cuanto a su coloración, su dorso varía entre tonos azul oscuro y verdoso, mientras que su vientre es plateado. Esta especie prefiere aguas moderadamente frías, con temperaturas que fluctúan entre 16°C y 23°C durante el verano y entre 14°C y 18°C durante el invierno. Además, la salinidad del agua donde habita puede variar entre 34,5 y 35,1 unidades prácticas de salinidad (UPS). La anchoveta tiende a vivir en cardúmenes muy grandes y densos, lo que facilita su captura en grandes cantidades en períodos de alta disponibilidad (Ascona Cerna, 2021).



**Figura N°1 : Anchoveta (*Engraulis ringens*)**

**Fuente: IMARPE, 2007**

## 2.2. Taxonomía

La anchoveta (*Engraulis ringens*) es una especie de pez ampliamente estudiada y de gran importancia económica en el ámbito de la pesca comercial.

Según el catálogo digital de la biodiversidad acuática del Perú del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) (2022), desde el punto de vista taxonómico, pertenece al reino Animalia, al filo Chordata, al subfilo Vertebrata y a la clase Teleostomi, que incluye a los peces con esqueleto óseo y aletas radiadas, el orden Clupeiformes, suborden Clupeoidei, familia Engraulidae, género *Engraulis* (Cuvier, 1817), y especie *Engraulis ringens* (Jenyns, 1842). Es conocida comúnmente como anchoveta, anchoveta negra (en adultos) y peladilla (en individuos pequeños).

**Phylum:** CHORDATA

**Sub Phylum:** VERTEBRATA

**Clase:** TELEOSTOMI (OSTEICHTHYES)

**Orden:** CLUPEIFORMES

**Sub Orden:** CLUPEOIDEI

**Familia:** ENGRAULIDAE

**Genero:** *Engraulis* Cuvier, 1817

**Especie:** *Engraulis ringens*, Jenyns, 1842

**Nombre común:** anchoveta, anchoveta negra (adultos), peladilla (individuos pequeños)

### 2.3. Capturas

En la tabla 1 se observa el volumen total de anchoveta desembarcados en los puertos del litoral durante el año 2013 al 2023.

**Tabla N° 1. Desembarque marítimo 2013-2023**

| <i>Año</i>         | <i>2013</i> | <i>2014</i> | <i>2015</i> | <i>2016</i> | <i>2017</i> | <i>2018</i> | <i>2019</i> | <i>2020</i> | <i>2021</i> | <i>2022</i> | <i>2023</i> |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Miles de TM</i> | <b>4,7</b>  | <b>2,3</b>  | <b>3,7</b>  | <b>2,8</b>  | <b>3,2</b>  | <b>6,1</b>  | <b>3,4</b>  | <b>4,3</b>  | <b>5.1</b>  | <b>4.0</b>  | <b>3,5</b>  |

**Fuente: PRODUCE (2023)**

A manera de comparación, en el año 2023 se capturaron 3.5 miles de TM de anchoveta, reflejando una disminución del 12.5% en comparación con el volumen desembarcado en el año 2022. (PRODUCE, 2023).

### 2.4. Composición Químico Proximal

La anchoveta presenta un contenido de humedad que generalmente se sitúa entre el 70% y el 80%, variando según la frescura del pescado y las condiciones de almacenamiento. En cuanto a la grasa, su cantidad fluctúa entre el 5% y el 15% del peso total del pez, siendo esta grasa una importante fuente de ácidos grasos omega-3, como el EPA y el DHA, conocidos por sus beneficios para la salud cardiovascular y el funcionamiento cerebral. (Ascona, 2021)

Salazar (2016) resalta que la anchoveta es una excelente fuente de proteínas de alta calidad, esenciales para el crecimiento y la reparación de tejidos en el organismo humano. Además, contiene una amplia gama de sales minerales, que incluyen calcio, fósforo, potasio y magnesio, entre otros, fundamentales para mantener la salud ósea, el equilibrio electrolítico y diversas funciones metabólicas. Este recurso es una valiosa fuente proteica animal de alta calidad. Su

alto contenido de lisina y otros aminoácidos esenciales la hacen particularmente adecuada para el complemento de dietas ricas en carbohidratos. Es rico en minerales como: potasio, hierro, fósforo y calcio.

Según Imarpe (1971) indica que es fundamental considerar que la composición química de la anchoveta puede verse afectada por factores como la edad del pez, su dieta, el momento de captura y las condiciones ambientales. Por lo tanto, los valores proporcionados son aproximados y pueden variar según la fuente y los métodos de análisis utilizados.

La Tabla N° 2 presenta los resultados del análisis químico proximal de la anchoveta (*Engraulis ringens*), destacando los promedios de diversos componentes presentes en este pez. Estos valores proporcionan una visión detallada de la composición química de la anchoveta, lo que es fundamental para comprender su valor nutricional y su potencial aplicación en diversos campos, como la alimentación humana y la industria de alimentos para animales.

**Tabla N° 2. Análisis químico proximal de la anchoveta.**

| <b>COMPONENTE</b> | <b>PROMEDIO (%)</b> |
|-------------------|---------------------|
| Humedad           | 70,55 +/- 0,04      |
| Grasa             | 7,89 +/- 0,02       |
| Proteína          | 19,66+/- 0,03       |
| Sales minerales   | 1,32 +/- 0,05       |

**Fuente: Sheron (2017)**

## **2.5. Deterioro del pescado**

Según Shewan (1977), los peces marinos frescos tienen un característico "olor a mar". Posteriormente a su fallecimiento, inician una serie de transformaciones que conducen a su

descomposición, con cambios perceptibles en sus propiedades organolépticas. Stansby (1967) señala que los primeros cambios asociados a la pérdida de frescura son de naturaleza autolítica, mediados por una variedad de enzimas musculares, y en pelágicos, las enzimas del tracto gastrointestinal pueden provocar lo que se conoce como "estallido ventral". Una vez que se ha superado el período de "rigor mortis", que varía según la especie, las condiciones de captura y el almacenamiento, la invasión microbiana facilita el deterioro microbiológico (Cidade, 2012).

Fuertes et al, (2014) mencionan que el valor nutritivo y la calidad de los pescados luego de muerto varia con relación a factores que influyen en la tasa de deterioro, tales como:

1. Tipo de pescado: los pescados de forma plana se alteran con más facilidad que los redondos, ya que sufren con mayor rapidez el proceso de rigor mortis, igual que los peces con alto porcentaje de grasa se perderán debido a la rancidez oxidativa.
2. Condiciones del pescado al ser capturado: los pescados agotados, consecuencia de sacudidas, falta de oxígeno, manipulación excesiva, no se conservan tan bien como los capturados en mejores condiciones.
3. Temperatura: la conservación del pescado a bajas temperatura retrasa o evita el desarrollo de gérmenes, en consecuencia, la alteración del pescado. La velocidad con que se desarrollan las bacterias depende de la temperatura, cuando mayor es la temperatura más rápidamente se multiplican las bacterias que se alimentan de la carne del pez muerto. Si la temperatura es suficientemente baja, la acción bacteriana se detiene totalmente.

## **2.6. Tipos de deterioro**

### **a. Deterioro enzimático autolítico:**

Son alteraciones causadas por las enzimas que permanecen activas después de la muerte del pez. Estas reacciones enzimáticas intervienen, en particular, en los cambios de sabor que ocurren durante los primeros días de almacenamiento, antes de que se haya manifestado claramente la putrefacción bacteriana (Fuertes et al, 2014).

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. (Silva, 2003; Lupín, 1987)

Ghaly et al. (2010) determinaron que la tasa de degradación por enzimas proteolíticas se redujo cuando el pescado se mantuvo a 0°C y a un pH de 5.86, así mismo, encontraron que se pueden producir péptidos y aminoácidos libres como resultado de la autólisis de las proteínas del musculo del pescado.

**b. Deterioro oxidativo:**

La materia grasa sufre un proceso parcial de hidrolisis generando ácidos grasos y a partir de estos aldehídos y cetonas, produciéndose así la rancidez biológica. Las enzimas involucradas en la hidrolisis son la triacal lipasa, la fosfolipasa A2 y la fosfolipasa B, las que se encuentran presentes en la piel, la sangre y los tejidos (Ghaly et al., 2010).

Otro mecanismo de deterioro es por rancidez química o autooxidación, que ocurre por acción del oxígeno del aire, este proceso es puramente químico y es acelerado por factores tales como la luz, el calor y metales pesados (Fe y Cu). Una vez que este proceso se inicia ocurre una reacción en cadena con velocidad creciente y con formación de peróxidos, hidroperóxidos, compuestos cetónicos y otros de cadena corta, que además de ser tóxicos, provocan olores y sabores desagradables. Este es un proceso aeróbico, por el cual los lípidos subcutáneos del pescado pueden oxidarse fácilmente, sin embargo, no constituyen una vía de alteración importante en el almacenamiento del pescado a granel donde se dan condiciones de anaerobiosis (Silva 2003).

### c. Deterioro microbiano y enzimático

Hanco (2021) explica que tan pronto como el pescado muere comienza su alteración. La alteración es el resultado de una serie de cambios que ocurren en el tejido del pescado muerto a consecuencia de sus propias enzimas y sus procesos, como también de las bacterias que están favorecidos por su elevado contenido de agua, aminoácidos libres y pro el incremento del pH que acompaña su alteración.

El crecimiento y metabolismo microbiano es una causa importante del deterioro del pescado porque produce aminos, aminos biogénicas (putrescina, histamina y cadaverina), ácidos orgánicos, sulfuros, alcoholes, aldehídos y cetonas con sabores desagradables e inaceptables. Para el pescado sin conservación, el deterioro es el resultado de bacterias fermentativas gram-negativas (como *Vibrionaceae*), mientras que para el pescado conservado en refrigeración el deterioro se realiza por medio de las bacterias Gram- negativas psicotolerantes (como *Pseudomonas spp.* y *Shewanella spp.*) (Ghaly, 2010).

Los compuestos más importantes formados durante el deterioro del pescado, ya sea por acción microbiana o enzimática son:

- Nitrógeno Básico Volátil Total (TBVN)

Como se ha mencionado previamente, la actividad bacteriana es responsable de la formación de una serie de compuestos nitrogenados básicos como el amoníaco, la trimetilamina (TMA), la dimetilamina (DMA), monometilamina y propilaminas. Estas sustancias son conocidas en su conjunto como Nitrógeno Básico Volátil Total. El componente mayoritario de la fracción del TBVN es la TMA, el cual se encuentra en cantidades muy pequeñas y se va acumulando durante el deterioro como resultado de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA) (Villaverde, 2016).

Los principales grupos de bacterias involucradas en la reducción de OTMA para TMA pertenecen a los géneros *Shewanella*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Vibrio* y

*Acinetobacter* (gram negativas), *Micrococcus* y *Bacillus* (gram positivas), todas ellas psicotrópicas, siendo *Shewanella putrefaciens* una de las bacterias más representativas en la producción de TMA a partir de OTMA (Villaverde,2016).

- Aminas biogénicas (Histamina)

Rivera (2020) menciona que las aminas biógenas son compuestos nitrogenados de bajo peso molecular que se forman principalmente por descarboxilación de aminoácidos, los precursores de las aminas biógenas se detallan en la tabla 3.

**Tabla N° 3. Aminas biógenas.**

| <b>Amina</b>   | <b>Aminoácido precursor</b> |
|----------------|-----------------------------|
| Histamina      | Histidina                   |
| Tiramina       | Tirosina                    |
| Feniletilamina | Fenilalanina                |
| Triptamina     | Triptofano                  |
| Putrescina     | Omitina, arginina           |
| Cadaverina     | Lisina                      |

**Fuente: Rivera (2020)**

Según Salazar (2016), hay una diversidad de bacterias relacionadas con la generación de histamina, con condiciones de crecimiento óptimas que difieren considerablemente. Estas

bacterias, en su mayoría mesófilas, tienen una temperatura de desarrollo óptima entre los 20 y 37°C, y están mayormente clasificadas en la familia de las Enterobacterias, como *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Hafnia alvei*.

## **2.7. Evaluación de la calidad del pescado**

Generalmente el término “calidad” se refiere a la apariencia estética y frescura, o al grado de deterioro que ha sufrido el pescado. También puede involucrar aspectos de seguridad como: ausencia de bacterias peligrosas, parásitos o compuestos químicos. (Salazar,2016)

Entre los principales parámetros que se consideran para determinar la frescura y calidad están la firmeza, la elasticidad del musculo, el color y el olor. En cuanto a la inocuidad, esta se relaciona con el proceso de deterioro y la calidad final del producto, donde se empiezan a manifestar las primeras características no comestibles, como mal olor, sabor, apariencia y textura (Pivarnik et al.,1990 citado por Valdez et al., 2015).

Por lo tanto, para tener un mayor aprovechamiento de las especies pesqueras es de vital importancia conocer no solo los procesos bioquímicos postmortem, sino también aquellos asociados con las condiciones antemortem, relacionados a su vez con la composición química y en algunos casos la fisiología de los organismos. (Valdez et al.,2015).

Los métodos más relevantes para la evaluación de la calidad se dividen en 4 categorías: sensoriales, químicos, físicos y microbiológicos.

### **2.7.1. Método sensorial**

Salazar (2016) menciona que un examen organoléptico, basado en criterios objetivos para verificar frescura. Si la evaluación organoléptica no permite una decisión objetiva, se procede a la evaluación mediante un ensayo químico. El análisis sensorial, requiere de cierto grado de entrenamiento y experiencia, pero sin duda es el mejor sistema para conocer el estado de

frescura del pescado. Y los puntos por considerar para una evaluación organoléptica son los siguientes:

- Apariencia General
- Apariencia de la superficie y de las escamas
- Apariencia de los ojos
- Apariencia de las branquias
- Olor
- Apariencia de las paredes abdominales y órganos internos
- Textura y elasticidad muscular

### **2.7.2. Métodos físicos**

Hanco (2021) indica que los métodos físicos son sencillos y de fácil aplicación, por lo que resultan muy útiles en la analítica de rutina y pueden utilizarse fuera del laboratorio. Existen numerosos métodos físicos para la determinación de la calidad del pescado, tales como:

- Resistencia eléctrica de la carne del pescado
- Índice de refracción del humor vitreo
- Rigidez cadavérica
- pH

Ruiz y Moral (2001); citados por Sanjuás et al. (2012) sugieren que valores de pH superiores a 7 pueden limitar la vida útil de ciertas especies de pescado.

En el caso de la anchoveta peruana (*Engraulis Ringens*) el pH obtenido por Ayala et al. (2001) y Vigo (2016) en el día cero fue de 6.00 y 6.09 respectivamente, manifestando que dichos valores son un indicativo de frescura para muestras de pescado.

### 2.7.3. Método químico

El atractivo de los métodos químicos, en la evaluación de la calidad de los productos pesqueros, está relacionado con la capacidad para establecer estándares cuantitativos. El establecimiento de niveles de tolerancia, a través de indicadores químicos de deterioro, eliminaría la necesidad de sustentar en opiniones las decisiones relacionadas con la calidad del producto (Salazar,2016)

De esta forma, los métodos químicos pueden ser usados para resolver temas relacionados con la calidad marginal del producto. Además, los indicadores bioquímicos/químicos han sido usados para reemplazar los métodos microbiológicos que consumen gran cantidad de tiempo. Estos métodos objetivos deben, sin embargo, mostrar correlación con las evaluaciones sensoriales de la calidad y, además, el compuesto químico a ser medido debe incrementar o disminuir de acuerdo con el nivel de deterioro microbiológico o de autólisis (Salazar,2016).

#### a) Aminas- Bases Volátiles Totales (TBVN):

La determinación TBVN se puede realizar según método AOAC 920.03, recomendado por IFOMA (1998), el cual se basa en el arrastre de las bases volátiles con vapor de agua en medio básico, con MgO. Luego se valora el nitrógeno presente por el método tradicional de Kjeldahl. (Silva,2003)

#### b) Aminas biógena (Histamina):

Salaza (2016), menciona que para la detección de histamina se utilizan técnicas HPLC de cromatografía líquida de alta precisión, así como técnicas de inmunoensayo tipo ELISA, y métodos enzimáticos.

#### **2.7.4. Métodos microbiológicos**

La finalidad de los métodos microbiológicos es ofrecer información sobre la calidad higiénica durante la manipulación, elaboración o almacenamiento del producto, así como de la posible presencia de microorganismos de importancia para la salud pública. Por ello, la actividad de los microorganismos es el principal factor que limita la durabilidad del pescado fresco. Para el análisis microbiológico rutinario del pescado se utilizan habitualmente dos tipos de métodos: los que hacen un recuento del número total de microorganismos presentes en el pescado y los que se basan en el recuento de un grupo concreto. (Hanco,2021).

Vigo (2016) en su estudio observo que el contenido inicial de Aerobios mesófilos viables en el músculo de la anchoveta fresca fue  $5 \times 10^2$  ufc/g, y en comparación con el límite de aceptabilidad establecido para el pescado fresco ( $5 \times 10^5$  ufc/g) (Norma Sanitaria- MINSA, 2008), es un indicativo que las especies de anchoveta utilizadas fueron de buena calidad.

Según Abbas et al. (2009), indica que cuando la energía se agota, los músculos comienzan a contraerse y se pone rígido, conocido esta etapa como rigor mortis. Los microbios metabolizan estos aminoácidos produciendo amoniaco, aminos biogénicas y compuestos azufrados produciendo los olores rancios.

#### **2.8. Técnicas de conservación del pescado**

De acuerdo con Akinola (2006) citado por Ghaly (2010), los diferentes tipos de métodos de conservación, como el secado, el ahumado, la congelación, el enfriamiento, la salmuera, la fermentación y el enlatado, prolongan la vida útil productos hidrobiológicos y cárnicos. Sin embargo, las técnicas químicas y de almacenamiento a baja temperatura para controlar la actividad del agua y deterioro enzimático, oxidativo y microbiano son las más comunes en la industria actual.

### **2.8.1. Almacenamiento a baja temperatura**

La aplicación de frío como el uso de hielo, tiene la finalidad de prolongar el tiempo de conservación del pescado, reduciendo la actividad de enzimas y bacterias, así como los procesos químicos y físicos que pueden afectar a la calidad. La reducción de la temperatura de almacenamiento del pescado disminuye su tasa de deterioro, los cambios enzimáticos como los no enzimáticos continúan, pero a un ritmo mucho más lento. Durante el enfriamiento, la temperatura se reduce hasta la de fusión del hielo 0 °C (32 °F) (Neira,2015).

Otras formas son el agua enfriada, las mezclas fluidas de hielo y agua de mar (AME) y el agua de mar refrigerada (AMR) o RSW. Ambos sistemas presentan las ventajas de un enfriamiento rápido, menores daños físicos al pescado y una manipulación más rápida con menos mano de obra. Sin embargo, requieren sistemas mecánicos de refrigeración, bombeo y filtración a bordo, siendo relativamente costosos (Neira,2015).

### **2.8.2. Control de la actividad del agua**

La conservación del pescado por medio de congelación durante mucho tiempo es una operación que consume mucha energía y solo puede utilizarse como un método temporal. Además, la congelación no previene el deterioro oxidativo ya que el deterioro enzimático continua a un ritmo más lento (Neumeyer et al., 1997 citado por Ghaly et al.,2010).

El deterioro del pescado se puede prevenir controlando la actividad del agua, que se refiere al agua que no está unida a las moléculas de los alimentos y puede favorecer el crecimiento de bacterias, levaduras y mohos (hongos). Para el crecimiento de cada microorganismo existen actividades del agua mínimas, óptimas y máximas al igual que el pH y la temperatura.

Por lo tanto, la reducción de la actividad del agua ( $a_w$ ) puede minimizar la putrefacción y mejorar la conservación del pescado. El control de la actividad del agua en los peces se logra mediante el secado, la adición de productos químicos o una combinación de ambos (Ghaly et al.,2010)

### **2.8.3. Control del deterioro enzimático autolítico**

Dado que el proceso de degradación del pescado comienza con la actividad autolítica, es importante ralentizar la acción de las enzimas digestivas para mejorar la conservación. Esto se puede lograr eliminando las enzimas o desarrollando técnicas que inhiban sus actividades. El eviscerado del pescado inmediatamente después de la captura puede evitar la invasión de proteasas del tracto digestivo a través de la cavidad abdominal hacia el tejido y prevenir o retrasar la degradación. (Pedrosa-Menabrito y Regenstein, 1988; citado por Ghaly et al, 2010).

### **2.8.4. Control del deterioro microbiano**

Según Sanjuás (2011), las nuevas estrategias de conservación para extender la vida útil del pescado y proporcionar una materia prima de mejor calidad y los ácidos orgánicos naturales son conservantes que han venido recibiendo cada vez más atención como estrategias mínimas de procesamiento porque son fáciles de obtener, tienen un bajo costo comercial y pueden usarse en alimentos en un amplio rango de concentraciones permitidas, las cuales deben declararse en las etiquetas de los alimentos. Estos ácidos orgánicos permiten cruzar la membrana microbiana hacia el citoplasma microbiano, donde los ácidos como resultado bajan el pH fisiológico dentro de la célula lo cual limita el crecimiento bacteriano. Entre los ácidos orgánicos naturales, el ácido ascórbico y el ácido cítrico y sus sales son quelantes y acidulantes bien conocidos en sistemas biológicos, que son especialmente beneficios para el aceite de pescado, filetes de pescado, pescado entero, pescado picado y emulsiones

### **2.8.5. Control del deterioro oxidativo**

Para garantizar el máximo rendimiento de lípidos, es necesario estudiar y comprender la oxidación e inhibición de los lípidos. Para inhibir la oxidación de lípidos, es necesario eliminar los catalizadores del mecanismo de radicales libres (oxígeno molecular y metales de transición), al eliminar estos catalizadores a través de antioxidantes y agentes quelantes, se puede limitar la oxidación de lípidos y mejorar el rendimiento de lípidos. Entre los aditivos inhibidores de la

oxidación de lípidos se encuentran: antioxidantes fenólicos y ácidos etilendiaminotetraacético (Ghaly et al., 2010).

## **2.9. Ácidos orgánicos**

Los ácidos orgánicos son compuestos conservantes que han venido recibiendo cada vez más atención como estrategias mínimas de procesamiento porque son fáciles de obtener, tienen un bajo costo comercial y pueden usarse en alimentos en un amplio rango de concentraciones permitidas (Sanjuás et al., 2011)

El uso de ácidos orgánicos en la industria de alimentos cumple diversas funciones tecnológicas dependiendo de la aplicación que se basa en una o varias de las siguientes propiedades, características o atributos (Davidson y Taylor, 2007 citado por Florencia, 2013):

- Poder acidulante
- Propiedad amortiguadora o reguladora del pH
- Agente quelante de iones metálicos
- Emulsificante
- Efectos sensoriales beneficiosos
- Agentes antimicrobianos

### **2.9.1. Clasificación**

Los ácidos orgánicos se agrupan en ácidos monocarboxílicos, dicarboxílicos, alfa hidroxilo y azúcar. Los ácidos monocarboxílicos incluyen ácido fórmico, acético, propiónico y sórbico. De acuerdo con la literatura, el ácido acético se utiliza como emulsionantes, estabilizantes, conservantes, potenciadores del sabor y agentes reafirmantes (Smith y Hong-Shun, 2011 citado por Vargas, 2016)

Vargas (2016) indica que los ácidos orgánicos se clasifican en:

- Mono carboxílicos o monobásicos: son los formados por un grupo carboxilo (-COOH) y son los que mayor poder oxidante tiene. Ejemplos son: fórmico, acético, butírico.
- Dicarboxílicos o bibásicos: tienen en su composición dos grupos carboxilos. Ejemplos: oxálico, malónico, glutárico.
- Polibásicos: son los que poseen más de dos grupos carboxilos. Ejemplos: sulfúrico
- Mixtos: son los que poseen otros grupos como el alcohol o enlaces dobles.
- Grasos: son los que poseen muchos carbonos en su estructura y provienen de las grasas y los aceites vegetales.

### **2.9.2. Mecanismos de acción**

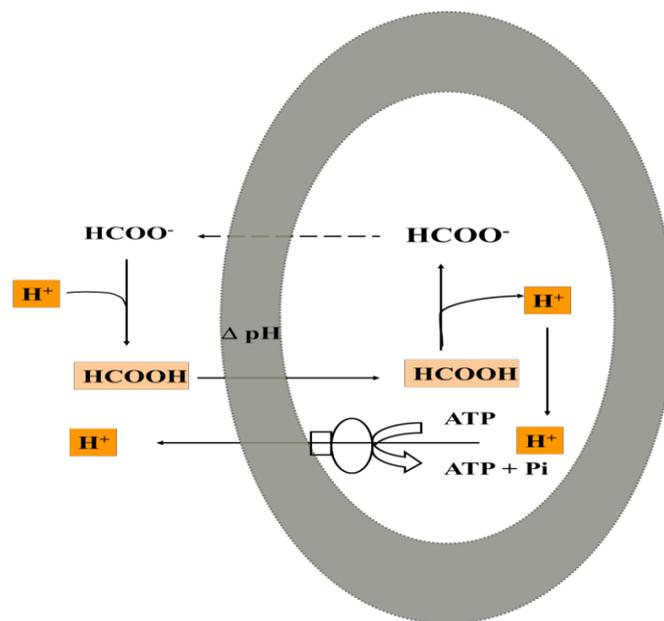
El mecanismo de inactivación de los ácidos orgánicos es la capacidad de la forma no disociada de penetrar a través de la membrana celular, disociarse dentro de la célula, lo que resulta en una disminución del valor de pH intracelular (Figura 2), que es esencial para el control de la síntesis de ATP, ARN y síntesis de proteínas, replicación de ADN y crecimiento celular (Vargas, 2017). Como resultado, los microorganismos se ven obligados a exportar el exceso de iones de hidrogeno para mantener un pH fisiológico dentro de la célula, lo cual es un proceso de agotamiento de energía que limita el crecimiento bacteriano. De lo contrario, el exceso de iones de hidrogeno en el citoplasma puede hacer que el pH disminuya a niveles incompatibles con el crecimiento bacteriano (Gould, 1999 citado por Sanjuás et al., 2011)

Sin embargo, cuando se emplea por encima de ciertas concentraciones o durante tiempos de exposición relativamente prolongados, se ha observado evidencia de digestión del pescado por parte de los ácidos orgánicos, lo que puede producir propiedades físicas y sensoriales desfavorables en el pescado (Kim et al., 1995; Metin et al., 2001 citado por Sanjuás et al., 2011)

En consecuencia, la actividad antimicrobiana de los ácidos orgánicos aumenta a medida que el pH del alimento se reduce hasta el valor del pKa del ácido o por debajo de él. El pKa se define como la constante de disociación acida. La reducción del pH da como resultado una mayor

concentración de ácido protonado, disminuyendo la polaridad de la molécula y aumentando la difusión del ácido a través de la membrana y hacia el citoplasma (Vargas,2017)

Los ácidos orgánicos son solubles en sus formas no disociadas, lo que les permite cruzar la membrana microbiana hacia el citoplasma microbiano, donde los ácidos tienden a disociarse y liberar iones de hidrogeno y un anión particular, como se puede observar en la figura 2. Como resultado, los microorganismos se ven obligados a exportar el exceso de iones de hidrogeno para mantener un pH fisiológico dentro de la célula, lo cual es un proceso de agotamiento de energía que limita el crecimiento bacteriano (Sanjuás,2011).



**Figura N°2 : Acción de los ácidos orgánicos en la membrana celular.**

### **2.9.3. Usos y aplicaciones de los ácidos orgánicos.**

El ácido acético se utiliza como emulsionantes, estabilizantes, conservantes, potenciadores del sabor y agentes reafirmantes. El ácido fórmico, que es el ácido carboxílico más simple con un átomo de carbono, se utiliza como conservante, acidificante en la alimentación animal y como

agente aromatizante en bajas concentraciones. El ácido propiónico se puede utilizar como agente de control del pH, conservante y potenciador del sabor, mientras que el ácido sórbico ha encontrado aplicación como conservante. Adicionalmente, los estudios no han evidenciado cambios organolépticos notables en la utilización de los ácidos orgánicos utilizados como spray , nebulización o en soluciones para inmersión (Vargas,2017).

## **2.10. Harina de pescado**

La harina de pescado es un producto industrial hidrobiológico obtenido del procesamiento del pescado, principalmente a partir de anchoveta (*Engraulis ringens*), el cual es sometido a proceso de cocción, prensado, secado, enfriado, molienda, envasado, almacenado y comercializado (Berru,2011).

### **2.10.1. Procesos de producción de la harina de pescado**

Una vez capturada la anchoveta en el mar, se transporta a las plantas de procesamiento donde atraviesa una serie de fases para su transformación en harina de pescado.

#### **- Recepción y Almacenamiento de materia prima**

El proceso inicia cuando la anchoveta es trasladada a planta, la cual se pesa y descarga en los pozos de recepción. Una vez recepcionada se realizan los controles de calidad necesarios para conocer las condiciones en las que se encuentra la materia prima, el tiempo que puede esperar en poza y el método de conservación a usar, los parámetros operacionales y estimar la calidad de harina a obtener y el rendimiento. Silva (2003) menciona que los parámetros que se miden son composición (humedad, proteína, grasa y ceniza), el grado de frescura según el contenido de TBVN (Total de Bases Volátiles Nitrogenadas) y la acidez libre de la materia prima.

#### **- Cocción**

Desde el pozo de recepción, la materia prima (Anchoveta) alimenta el cocedor donde es sometido a un proceso térmico con vapor a una temperatura de entre 95 y 100 °C por un tiempo de 15 a 20 minutos. La cocción tiene tres objetivos: esterilizar, desnaturalizar y coagular proteínas y liberar los lípidos retenidos en la materia prima. (Silva, 2003)

El calor aplicado detiene la actividad microbiana y enzimática responsable de la degradación del pescado, logrando así su esterilización. Por tanto, una buena cocción asegura la calidad microbiológica del producto final siempre que se mantengan las condiciones higiénicas sanitarias en el resto de la línea de producción. (Silva,2003)

#### - **Drenado y prensado**

Se realiza primero un drenado previo para aliviar y aumentar la capacidad del prensado, ya que toda la masa que sale del cocinador no puede ser tomada. Esta operación, ayuda a disminuir el alto porcentaje de grasa y humedad para facilitar el prensado y obtener una mejor calidad de la harina. Los líquidos y sólidos finos obtenidos son colectados para tratarlos junto con el licor de prensa (Moscol et al.,2021).

El prensado, por acción de una fuerza que comprime a la materia prima cocinada, permite la formación de una fase sólida y una fase líquida. Se obtiene humedad de torta de prensa menor a 46% y contenidos de grasa del orden de 3.8-4.5% (Berru, 2011). De acuerdo con Silva (2003), la obtención de una buena torta de prensa depende fundamentalmente de la calidad de la materia prima y de las condiciones en que se haya realizado la cocción. Cuando se trabaja con materia prima de mala calidad el difícil de prensar, se obtendrá una torta de prensa de consistencia blanda y un líquido muy pastoso.

#### - **Separado y centrifugado**

El licor obtenido del presando y el obtenido del cocinador son transportados hacia los separadores con la finalidad de apartar la fase sólida de la líquida, buscando así en la parte líquida dividir el agua de cola y el aceite por medio de centrifugado. La fase líquida continua

el proceso hacia las centrifugas (separa aceite y agua de cola) y la fase sólida se incluye al queque de prensa en la etapa de secado (Moscol et al.,2021).

#### - **Evaporado de agua de cola**

Esta etapa consiste en la evaporación del agua de cola, se recuperan los sólidos solubles que contiene el agua de cola, y se logra por medio de evaporadores los cuales funcionan con el vapor directo de los calderos. Se concentra el agua de cola con un 7 % de solidos hasta 30 - 35 % de sólidos, para luego ser agregados a la torta de prensa (Moscol et al., 2021).

#### - **Secado**

El proceso de secado consiste en deshidratar la torta de prensa, separadora y solubles concentrados, unidos y homogeneizados previamente, desde un 45-60% de humedad hasta un 6-10 % de humedad en la harina. De esta forma se obtiene un producto estable frente a posibles alteraciones enzimáticas y microbianas que permite ser almacenado durante periodos prolongados en condiciones ambientales con perdida mínima de sus propiedades nutricionales y sensoriales (Silva,2003).

#### - **Enfriamiento**

Luego del secado, se debe realizar un enfriamiento de la harina antes de ser molida y envasada. Ya que al molerlo recién secado puede ocasionar la oxidación de la grasa que provoca una combustión, provocando una disminución en el valor nutricional.

Por lo tanto, la harina debe ser enfriada bruscamente, desde aprox. 70 °C hasta 25-30 °C, a fin de lograr una estabilización primaria del producto obtenido (Silva,2003).

#### - **Molienda**

El producto que sale de la etapa de enfriamiento (Scrap), presenta partículas de diferentes tamaños por lo que es necesario realizar una molienda, para reducir, homogenizar y obtener partículas de harina con una granulometría aproximada de 99% analizadas en un tamiz con malla N° 12 ASTM (Berru,2011).

- **Adición de antioxidante**

La harina de pescado sufre fácilmente oxidación de sus lípidos durante el almacenamiento y transporte, causando la pérdida completa del producto y en el mejor de los casos la disminución del valor nutritivo (Neira,2015). Este problema está relacionado directamente con su alto contenido de lípidos insaturados y se produce por una reacción exotérmica del aceite con el oxígeno de la atmósfera (autooxidación) (Silva,2003).

- **Ensaque**

Se cuenta con balanzas donde la harina es pesada para ser envasados en sacos de polipropileno laminado de 50 +/- 0,5 kg, luego es recepcionado por un operador para ser cosido y posteriormente ser enviado a través de una faja transportadora hacia el camión que se dirige a la zona de almacenamiento (Moscol et al.,2021).

### **2.10.2. Criterios para evaluar la calidad de la harina de pescado**

A raíz de las exigencias del mercado y con el desarrollo de harinas de pescado especiales, aparecen nuevos requerimientos de calidad en aspectos tales como frescura de la materia prima, grado de digestibilidad de las proteínas, estabilidad de aminoácidos esenciales y ausencia de materiales tóxicos, entre otros. (Silva,2003)

La calidad de las distintas harinas de pescado varía de acuerdo con tres factores:

- Materia prima utilizada y su frescura.

- Condiciones del proceso (Temperatura y tiempo), principalmente de secado.
- Condiciones de almacenamiento.

Los factores que determinan la calidad del producto abarcan aspectos que van más allá de los niveles de proteína y pueden ser categorizados en las siguientes áreas:

**a) Calidad Microbiológica**

La calidad microbiológica de la harina es medida como norma general, de acuerdo con la presencia y/o recuento de microorganismos patógenos (Berru,2011). Asumiendo que la pesca por muy deteriorada que este es esterilizada por cocción y nuevamente calentada en el secador, no deberían existir problemas de contaminación en el producto final. Sin embargo, el transporte de la harina dentro de la planta, en las etapas posteriores al secado, no está exento al riesgo de contaminación por equipos mal lavados, por el operador, programas de saneamiento y desinfección mal implementados o inexistentes. Así como las malas condiciones de almacenamiento, transporte y desembarco en puerto. (Silva,2003).

En la tabla 4 se muestran los estándares microbiológicos para la harina de pescado

**Tabla N° 4. Contenidos de microorganismos en la harina de pescado.**

| <b>Microorganismo</b> | <b>Contenido</b>  |
|-----------------------|-------------------|
| Salmonella            | Ausencia en 25 gr |
| Shigella              | Ausencia en 25 gr |
| Enterobacteria        | Max. 300 ufc/g    |

**Fuente: Ortiz (2003)**

## **b) Calidad Físico Químico**

La calidad físico-químico de la harina está representada por el contenido bruto de los componentes que forman su composición proximal: humedad, proteínas, lípidos y cenizas. La sumatoria de estos cuatro componentes brutos equivale al 100 % de la muestra. Además, la calidad fisicoquímica incluye otros nutrientes de interés como sales minerales y vitaminas que generalmente no se determinan debido a que sus contenidos son muy estables (Silva,2003).

En cuanto a los aspectos físico-químicos que influyen en la calidad de la harina con propósitos comerciales, se incluyen:

### Proteínas:

La proteína es uno de los parámetros más importantes para conocer la calidad de la harina de pescado, este factor es dependiente del tipo de pescado, la frescura y estado de la materia prima y no menos importante, el tipo de refrigeración o preservación; el porcentaje de proteína permite clasificar la harina en "harina blanca" con un contenido de 65 %, "harina de arenque" con 72 % de proteína y harina de Sudamérica con un contenido de 65 %; la principal diferencia entre la harina blanca y de Sudamérica radica en el contenido de ceniza, ya que la harina blanca contiene 20 % de ceniza mientras que la de Sudamérica tiene entre 12 y 16 % (Moscol et al.,2021).

### Humedad:

El porcentaje de humedad de la harina de pescado varía generalmente entre 6 y 10 % y cifras superiores al 12 % pueden generar una actividad de agua tal que permita la actividad microbiana y enzimática, con posible descomposición del producto que puede producir calentamiento y putrefacción, mientras que humedades inferiores al 6% generan la posibilidad de destrucción parcial de las proteínas y lípidos (Silva, 2013).

### Grasa:

La grasa en la harina de pescado es un factor comúnmente buscado ya que esta es una buena fuente de energía para los consumidores (animales), lo cual permite que tengan un mejor desarrollo físico y una mayor actividad hablando en términos de producción; la harina de pescado en promedio contiene entre 10 % y 12 % de grasa, no se busca sobrepasar estos valores ya que afecta la fluidez del producto y este es un factor en contra durante el proceso de producción (Moscol et al.,2021).

### Cenizas:

Las cenizas constituyen la fracción inorgánica de la harina, aportan sales minerales y arena. La arena proviene del intestino de los peces y de la movilización de la pesca de agua de mar cercana a la costa, mientras que las sales minerales corresponden mayoritariamente a la fracción ósea de la materia prima y su contenido en la harina varía dependiendo de (Silva,2003):

- Proporción muscular- ósea de la materia prima: los pescados flacos y magros dan harinas de mayor contenido en cenizas, lo cual explica el menor contenido proteico en las harinas obtenidas de estas especies. Las harinas de pescado grasos como anchoveta y arenque suelen contener un 15 % y 10 %, respectivamente (Silva, 2003).

- Las materias primas degradadas (viejas) dan harinas de alto contenido de cenizas debido a que en los procesos de degradación parte de los sólidos insolubles presentes se hacen solubles y se escurren en el almacenamiento de la materia prima, de modo que disminuye el rendimiento del proceso productivo, se obtiene una harina de menor contenido proteico y por tanto, aumenta el porcentaje de cenizas (Tanikawa,1985; Au Diaz, 1996 citado por Silva, 2003)

En la tabla 5 se detallan los parámetros de calidad, que son los encargados de darle competitividad a la harina de pescado. Su clasificación se basa en la calidad del producto según estándares internacionales (Sociedad Nacional de Pesquería, 2022).

**Tabla N° 5. Parámetros de calidad de la harina de pescado.**

| Parámetros             |         | Calidad     |       |        |          |          |
|------------------------|---------|-------------|-------|--------|----------|----------|
|                        |         | Super Prime | Prime | Taiwan | Thailand | Estándar |
| <b>Proteína</b>        | % min   | 68          | 67    | 67     | 67       | 65/64    |
| <b>Grasa</b>           | % max   | 10          | 10    | 10     | 10       | 10       |
| <b>Humedad</b>         | % max   | 10          | 10    | 10     | 10       | 10       |
| <b>FFA</b>             | % max   | 7.5         | 10    | 10     | 10       | 12       |
| <b>Cenizas sin sal</b> | % max   | 14          | 15    | 17     | 17       | -        |
| <b>Arena y Sal</b>     | % max   | 4           | 5     | 5      | 5        | 5        |
| <b>Histamina</b>       | ppm max | 500         | 1000  | -      | -        | -        |

Fuente: Sociedad Nacional de Pesquería (2022)

### c) Calidad Bioquímica

La calidad bioquímica está directamente relacionada con la calidad nutricional de la harina de pescado, es decir, calidad real o aprovechamiento integral de sus componentes químicos, determinados como componentes brutos. Por lo tanto, la calidad bioquímica brinda información acerca de la composición aminoacídica de las proteínas, de los ácidos grasos presentes y su estado de oxidación, contenido de aminas biógenas, bases volátiles, etc (Silva, 2003).

Nitrógeno volátil total (TBVN):

Es una de las pruebas objetivas más comunes para evaluar el deterioro o la seguridad de los productos pesqueros. Esta evaluación presenta la ventaja de poder aplicarse tanto en productos frescos, congelados o secos. Además, el análisis considera todas las bases volátiles de bajo peso molecular y los compuestos aminados resultantes de la descarboxilación de aminoácidos (tales como bases nitrogenadas, trimetil-amina, dimetil-amina, monometil-amina y amoniaco) generados durante el proceso de deterioro del pescado (Valdez et al., 2016).

Ozogul et al. (2004) indicaron un valor inicial de 5 mg N-BVT/100g para la sardina y 11.5 mg N-BVT/100g para muestras de anchoas, respectivamente. Según Kilinc y Cakli (2005), citados por Sallam (2007), los valores de N-BVT varían debido a factores como la especie, la dieta de los peces, la temporada de captura, la ubicación de la recolección, el tamaño, la edad y el sexo del pez. Botta (1984) propuso valores de N-BVT para categorizar la frescura del pescado: 5 a 10 mg para muy fresco, 10 a 20 mg para fresco y más de 30 mg para mala calidad.

Para que la harina de pescado sea considerada de alta calidad, el análisis de TBVN debe mostrar un máximo de entre 100 y 150 mg/100g de nitrógeno, lo que implica que el valor no debe exceder los 50 mg de TBVN/100 g en la materia prima recibida (Zaldivar, 1995 citado por Silva 2003).

#### - Aminas Biógenas: Histamina

Mesones (2022) menciona que esta es generada por el prolongado tiempo de captura y la elevada temperatura a la que es sometida la anchoveta antes del inicio del proceso.

El valor inicial de histamina en el tejido muscular de la anchoveta fresca por Ayala et al. (2001) y Sánchez et al. (2004), ambos para muestras de anchoveta, obtuvieron un valor inicial de 1.8 y 0.46 mg histamina/100g, respectivamente. Rossano et al. (2006) manifiestan que el pescado fresco contiene cantidades insignificantes de histamina, por lo general <0.1 mg/100g; Fernandez (2002) sostiene que peces pelágicos como el caso de la anchoveta tiene niveles relativamente altos de histidina libre en su musculo en vida.

La determinación de histamina en la harina proporciona un índice bastante correlacionable con el grado de deterioro de la materia prima. También, es un índice de frescura de los solubles incorporados, ya que la histidina y la histamina son compuestos de alta solubilidad en agua y gran parte de estos componentes se separan con el agua de cola luego del prensado del pescado. Por esta razón, el contenido de histamina será menor en una harina en la que no se haya adicionado los solubles de pescado que en una harina completa (Tanikawa,1985 citado por Ortiz,2003)

Estos antecedentes son de mucha importancia para el destinatario en la preparación de dietas, por lo que en la Tabla 6 se presentan los parámetros de acuerdo con el tipo de harina (Berru, 2011):

**Tabla N° 6. Parámetro de calidad de las harinas de acuerdo con su TBVN e Histamina.**

| <b>Parámetros</b> |             | <b>Calidad</b> |       |        |          |          |
|-------------------|-------------|----------------|-------|--------|----------|----------|
|                   |             | Super Prime    | Prime | Taiwan | Thailand | Estándar |
| <b>TBVN</b>       | 100mg/100gr | 100            | 120   | 120    | 150      | -        |
| <b>Histamina</b>  | ppm         | 500            | 1000  | -      | -        | -        |

**Fuente: Berru (2011)**

### **III. DESARROLLO DEL TRABAJO**

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de una planta pesquera ubicada en Coishco-Chimbote, con el propósito de investigar la aplicación y eficacia del producto IN FORLEX, una mezcla de ácidos orgánicos, como preservante de la materia prima (*Engraulis ringens*) en las pozas de recepción durante la temporada de pesca 2021-II. Las pruebas se realizaron durante un período de dos semanas, utilizando una dosis constante del producto y comparándola con otro preservante para evaluar su eficacia relativa y ver cual obtiene el menor aumento en el índice de TVBN por hora

En mi función como representante de ventas del equipo de la empresa INNOVAQUIMICA, especializada en el área de pesca y acuicultura y proveedora del producto IN FORLEX, colaboré junto con el equipo de calidad y producción de la planta para llevar a cabo estas pruebas. Proporcionamos todo el apoyo técnico necesario para alcanzar el objetivo de mejorar el proceso, centrándonos en la prolongación de la vida útil de la materia prima mediante el control del crecimiento bacteriano en las pozas de recepción. El objetivo final era obtener un mayor porcentaje de harina de pescado de mejor calidad, reflejando así los beneficios económicos derivados del uso de preservantes en comparación con el empleo de hielo.

IN FORLEX es una combinación de ácidos orgánicos (ver Anexo N° 1) diseñada para prevenir las alteraciones organolépticas del pescado y los productos pesqueros durante el proceso de elaboración de harina de pescado. Se enfoca especialmente en evitar la degradación de las proteínas del pescado en aminoácidos y la formación de compuestos aminos no volátiles mediante la descarboxilación bacteriana. Su acción selectiva sobre las bacterias impide su desarrollo normal, lo que se traduce en bajos niveles de histamina, TVBN y recuento de enterobacterias en la producción de harina (Innovaquimica, 2021).

### **3.1. Metodología**

#### **3.1.1. Materia Prima**

- Anchoveta
- Harina de pescado

#### **3.1.2. Materiales**

- Pipeta graduada de 10 ml
- Pizeta para agua destilada
- Gotero de 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml de capacidad.
- Balones de 800 ml Kjeldahl
- Espátula

#### **3.1.3. Equipos**

- Equipo de destilación Kjeldahl (Buchi, Suiza)
- Balanza analítica (Mettler Toledo, USA)
- Dispensador de 50 ml para ácido bórico (Brand, Alemania)
- Bureta digital de 50 ml para H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Brand, Alemania)
- pH-metro (Indulab Perú, Perú)

#### **3.1.4. Reactivos**

- Ácido bórico al 1% (Emsure, Alemania)
- Ácido sulfúrico al 0.1N (Avantor, USA)
- Indicador mixto (Tashiro) (Supelco, Alemania)
- Vaselina líquida (Covidien, USA)

- Papel glassine (Avantor, USA)
- Oxido de magnesio (Emsure, Alemania)
- Agua destilada

### 3.2. Métodos de análisis de TBVN:

Se pesaron 5 gr de materia prima o 10 gr de harina de pescado en un papel glassine (previamente tarado) y se transfirió a un balón Kjeldahl de 800 ml, luego se agregó 2 gr de óxido de magnesio y 250 ml de agua destilada, se aplicó 1 ml de vaselina líquida al balón y se conectó al equipo Kjeldahl. En un Erlenmeyer se colocó 50 ml de ácido bórico al 1% y se procedió a conectarlo al extremo del condensador, se encendió equipo y se abrió la válvula del agua de refrigeración. Luego de 5 minutos se retiró el Erlenmeyer habiendo recepcionado 100 ml de destilado (volumen total 150 ml). Se colocó inmediatamente un vaso con agua destilada para enjuagar la línea de destilación. Luego se agregaron de 3 a 5 gotas de indicador mixto Tashiro en la solución destilada. Se tituló lo obtenido con una solución de ácido sulfúrico al 0.1 N agitando continuamente hasta que vire de color verde a azul grisáceo, anotar el gasto y hacer los cálculos.

Calculo y expresión de resultados

$$TBVN = \frac{V \times 140 \times Fc}{Wm}$$

Donde:

TBVN = Contenido de nitrógeno amoniacal expresado en mg/100gr de muestra

V = Volumen en mL de la solución de ácido sulfúrico gastado en la muestra

Fc = Factor de corrección de la solución de ácido sulfúrico.

Wm = Peso de la muestra en gramos.

### **3.3. Descripción del procedimiento de trabajo**

#### **a. Instalación de dosificadores**

- Se instalaron los sistemas de dosificación, 1 bomba (Figura 3) y 2 flautas (Figura 4) en los toboganes de descarga de materia prima, con la finalidad de ampliar el área de mezcla del preservante y materia prima antes de llegar a las pozas.



**Figura N°3 : Bomba dosificadora**



**Figura N°4 :Flautas en los toboganes de descarga.**

**b. Preparación y dosificación de IN FORLEX**

- La dosis recomendada por el fabricante es 1 litro de preservante/ tonelada de materia prima, este es dosificado directamente del IBC del producto a las pozas de recepción (Figura 5).



**Figura N°5 :Tanques con preservante**

- Se verificó que el pH del IN FORLEX que debe estar entre 2.0 y 2.5 (Figura 6).



**Figura N°6 :Toma de pH del ´producto**

### **c. Muestreo, control de parámetros y toma de datos**

Se llevó a cabo un exhaustivo monitoreo de la aplicación del preservante con el objetivo de ampliar la información obtenida durante el estudio. Para ello, se realizaron tomas de muestra en diversas etapas del procesamiento de harina de pescado. Sin embargo, se identificaron dos etapas cruciales para calcular el ratio de incremento de TVBN por hora: la descarga de la materia prima en las pozas de recepción y el ingreso a la cocina. Estas etapas fueron seleccionadas específicamente para evaluar los beneficios derivados del uso del producto IN FORLEX.

Durante el proceso, se llevó a cabo un control meticuloso del pH y de los niveles de TVBN para evaluar la eficiencia del preservante y la calidad potencial de la harina resultante. Estos datos proporcionaron la base para realizar un análisis comparativo de las características del proceso utilizando dos tipos de preservante, así como comparaciones con el costo del uso de hielo. El objetivo final de este análisis fue calcular el beneficio económico derivado del uso de IN FORLEX en comparación con el empleo de hielo como método de conservación.

Una de las metas principales al aplicar los preservantes aparte de prolongar el tiempo de espera en poza es obtener porcentajes más altos de harina de mejor calidad, como la categoría Super Prime + Prime. Este enfoque reflejó la importancia de optimizar el proceso de conservación para mejorar la calidad del producto final y maximizar el rendimiento económico de la operación pesquera.

- **Recepción de la materia prima**

Se procedió a tomar muestras de la materia prima en las tolvas de pesaje de la planta. En esta etapa se realizaron los análisis organolépticos de la materia prima y TBVN. En la tabla 7 se pueden ver los máximos valores de TBVN según la materia prima recepcionado y relacionarlos con la calidad de harina obtener.

**Tabla N° 7. Rangos de TBVN máximos de acuerdo con la calidad de materia prima recepcionada.**

| <b>Calidad Materia Prima en la recepción</b> |             | <b>Calidad Harina<br/>Proyectada</b> |
|--|-------------|--------------------------------------|
| <b>Tipo</b>                                  | <b>TBVN</b> |                                      |
| <b>Super Prime</b>                           | < 20        | Super Prime                          |
| <b>Prime</b>                                 | 20 - 25     | Prime                                |
| <b>Otras</b>                                 | >25         | Otras                                |

- **Cocción de la Materia Prima**, antes que ingrese a las cocinas, a través de los gusanos alimentadores, se tomó 5 gr de anchoveta para determinar TBVN. En la tabla 8 se observan los valores máximos de TBVN de la materia prima al ingresar a cocina.

- 

**Tabla N° 8. TBVN máximos de acuerdo con la materia prima a ingresar a cocina.**

| <b>TBVN INGRESO A COCINA MAX</b>           |             |
|--|-------------|
| <b>Calidad de Harina</b>                   | <b>TBVN</b> |
| <b>Super Prime</b>                         | 24          |
| <b>Prime</b>                               | 32          |
| <b>Otros (Taiwan, Thailand y Standard)</b> | >45         |

- **Harina de pescado**, por último, se tomó 10 gr de la harina obtenida para determinar los valores de TBVN y clasificarlos de acuerdo con su calidad (Tabla 9).

**Tabla N° 9. TBVN máximos de acuerdo con la harina obtenida.**

| <b>TBVN HARINA DE PESCADO MAX</b>          |             |
|--|-------------|
| <b>Calidad de Harina</b>                   | <b>TBVN</b> |
| <b>Super Prime</b>                         | 100         |
| <b>Prime</b>                               | 120         |
| <b>Otros (Taiwan, Thailand y Standard)</b> | >150        |

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1. Rangos de pH inicial y final de IN FORLEX en pozas de recepción.**

La acción de IN FORLEX es la desnaturalización de las proteínas, este efecto se produce a través de la alteración de pH (dado por los ácidos orgánicos presentes en la formulación) y la penetración de componentes activos a través de las membranas, que corresponde a la función principal, lo que produce como consecuencia la mortalidad de las principales bacterias formadoras de histamina y enterobacterias en general (Innovaquímica,2021).

Investigaciones previas han determinado que el rango de pH inicial debe estar entre 2 y 2,8, debido a que en dichos valores el producto químico ha reportado mayor eficiencia para la preservación así podemos controlar que el producto IN FORLEX se encuentre dentro de su parámetro y cumplirá eficientemente el propósito de retardar la degradación del pescado. Para el pH final, se pide controlar que este se encuentre por debajo de 5, ya que según lo mencionado por Salazar (2016) las bacterias generadoras de TBVN e Histamina se desarrollan en un rango de pH de 4,7 a 8,1, por ello que si el pH final supera dicho valor ya no es capaz de inhibir el crecimiento bacteriano. Otro dato importante que considerar es tener las válvulas del desagüe de las pozas de recepción abiertas, para que la sanguaza en conjunto con el producto sea eliminada y no generen un cultivo rico en bacterias.

Como menciona Ruiz y Moral (2001); citados por Sanjuás et al. (2012) valores de pH superiores a 7 pueden limitar la vida útil de ciertas especies de pescado y para la anchoveta (*Engraulis Ringens*) el pH indicativo de frescura encontrado fue de 6.00 a 6.09 por Ayala et al.(2001) y Vigo (2016) respectivamente.

En la Tabla N° 10 se observan los datos de pH al inicio y final de la materia prima durante su permanencia en la poza de recepción, donde se tiene un promedio de pH inicial de 2,8 y final

de 4,86, encontrándose dentro en el límite para que se inicie el desarrollo de bacterias generadoras de TBVN e histamina.

**Tabla N° 10. Resultados de pH inicial y final en pozas de recepción.**

| <b>Toneladas<br/>descargadas</b> | <b>pH inicial</b> | <b>pH final</b> | <b>TBVN<br/>descarga</b> |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|
| 170                              | 2,7               | 5,5             | 19,6                     |
| 320                              | 2,68              | 4,58            | 20,8                     |
| 110                              | 2,78              | 5,02            | 25,1                     |
| 280                              | 2,94              | 4,98            | 26,8                     |
| 50                               | 3,00              | 4,2             | 22,3                     |
| <b>Promedio</b>                  | <b>2,82</b>       | <b>4,856</b>    | <b>22,92</b>             |

#### **4.2. Determinación de los valores de TBVN aplicando preservante**

En las plantas pesqueras, uno de los parámetros fundamentales para evaluar el grado de deterioro del pescado es el TBVN. Cada planta pesquera establece sus propios niveles de referencia para el TBVN, los cuales varían según la materia prima que llega y el los tiempos de proceso de producción. Estas características son utilizados para clasificar la harina de pescado de acuerdo con su calidad, tomando en cuenta los niveles de TBVN por materia prima descargada, como se detalla en la Tabla 11.

**Tabla N° 11. Calidades de materia prima en la recepción respecto a su TBVN.**

| <b>Calidad Materia Prima en la recepción</b> |             | <b>Calidad Harina</b> |
|--|-------------|-----------------------|
| <b>Tipo</b>                                  | <b>TBVN</b> | <b>Proyectada</b>     |
| <b>Super Prime</b>                           | < 20        | Super Prime           |
| <b>Prime</b>                                 | 20 - 25     | Prime                 |
| <b>Otras</b>                                 | >25         | Otras                 |

Las pesqueras se ven en la necesidad de extender el tiempo de espera en las pozas de recepción, particularmente durante la temporada de pesca, donde el procesamiento no es constante y puede existir un riesgo de deterioro en la calidad del producto debido a la espera prolongada. Mediante la implementación de los preservantes en cuestión, se buscó prolongar la calidad de la materia prima, lo cual es crucial para obtener harina de pescado de alta calidad, categorizada como Super Prime y Prime, las cuales poseen un valor significativamente superior en el mercado pesquero.

Para evaluar este proceso, se tomó en consideración la medición de los niveles de TVBN (nitrógeno básico volátil total) en diferentes puntos críticos: en la descarga de la materia prima en las pozas, en el momento de ingreso a la cocina y en la harina final producida. Esta evaluación integral nos permitió calcular los ratios de incremento de TVBN por hora, lo cual es crucial para comprender el impacto de los preservantes en la conservación de la materia prima.

Con los datos recopilados, nuestro objetivo fue establecer estándares y determinar el uso correcto del preservante, considerando tanto los niveles de TVBN como el tiempo de espera en las pozas de recepción. Cada poza de recepción tiene una capacidad de 250 toneladas de materia prima, y se aplicó una dosis de 1 litro por tonelada de materia prima para mantener la integridad del producto durante su almacenamiento.

Para obtener resultados más representativos, se llevó a cabo un estudio comparativo entre dos preservantes diferentes, cada uno con una duración de prueba de 7 días. Ambos preservantes están compuestos por una mezcla de ácidos orgánicos cuidadosamente seleccionados por su capacidad para inhibir el crecimiento bacteriano y mantener la frescura de la materia prima durante el proceso de almacenamiento en las pozas de recepción.

#### 4.2.1. TBVN de Descarga

Para comparar los resultados obtenidos con los dos preservantes, podemos analizar los niveles de TBVN en la descarga de la materia prima de cada preservante y proyectar la calidad potencial de harina a obtener. Aquí tienes una comparación basada en los datos proporcionados y detallada en la tabla 12.

**Tabla N° 12. TBVN de Descarga de materia prima**

| <b>Características del proceso</b>       | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>PRESERVANTE IN FORLEX</b>             |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TBVN (mg/100 g) Descarga</b>          | 20.9     | 29.2     | 19.03    | 20.41    | 24.30    | 29.27    | 20.90    |
| <b>Calidad Potencial Con preservante</b> | P        | STD      | SP       | P        | P        | STD      | P        |
| <b>PRESERVANTE ADVANCE</b>               |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TBVN (mg/100 g) Descarga</b>          | 25.10    | 19.50    | 21.50    | 21.10    | 21.37    | 22.04    | 24.99    |
| <b>Calidad Potencial Con preservante</b> | STD      | SP       | P        | P        | P        | P        | P        |

En su estudio de 1984, Botta sugirió que los valores de N-BVT son indicativos de la frescura del pescado: entre 5 y 10 mg se considera muy fresco, de 10 a 20 mg fresco, y a partir de 30 mg se considera de baja calidad. Según la tabla N° 11, elaborada por la planta pesquera, un TBVN menor a 20 (mg/100g) proyecta obtener harinas de calidad Super Prime (SP), valores entre 20 y 25 (mg/100g) califican como harina Prime (P), y más de 25 (mg/100g) califica como harina Standard (STD). Al observar los niveles de TBVN en la descarga, se nota que la materia prima varió entre 19.03 mg/100g y 29.27 mg/100g para las pruebas con el preservante IN FORLEX, mientras que para las pruebas con el preservante ADVANCE fluctuó entre 19.50 mg/100g y 25.10 mg/100g. En general, se observa una mayor estabilidad en los niveles de TBVN de la materia prima para la prueba con el preservante ADVANCE.

Los datos de TBVN de la materia prima descarga nos permiten proyectar y clasificar la calidad potencial de la harina. Con el preservante IN FORLEX, esta calidad oscila entre Super Prime (SP), Prime (P) y Estándar (STD), mientras que con el preservante ADVANCE, la mayoría de las muestras alcanzan niveles de Prime (P) o Superior (SP), con solo una muestra calificada como Estándar (STD).

En resumen, los resultados sugieren que la materia prima para la prueba con el preservante ADVANCE puede proporcionar una mayor estabilidad en los niveles de TBVN y conducir a una calidad potencial de harina más uniforme, con la mayoría de las muestras alcanzando niveles de Prime o Superiores. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos datos por sí solos no garantizan esta calidad. Por lo tanto, será necesario observar el cambio real que se produce con el uso del preservante en el proceso y tomar decisiones informadas sobre cuál de los dos es más eficaz para el proceso.

#### **4.2.2. TBVN de Ingreso a Cocina**

En la Tabla N° 13 se presentarán los resultados de los TBVN al ingreso a la cocina después de varios periodos de prueba, utilizando dos preservantes diferentes.

**Tabla N° 13. TBVN de Ingreso a cocina y tiempo de espera.**

| <b>Características del proceso</b>        | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Tiempo en pozas (hr)</b>               | 7        | 9        | 10       | 10       | 13       | 8        | 6        |
| <b>PRESERVANTE IN FORLEX</b>              |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TBVN (mg/100 g) (Ingreso a cocina)</b> | 26.00    | 36.85    | 31.30    | 25.00    | 31.80    | 37.28    | 26.00    |
| <b>Calidad Potencial con Preservante</b>  | P        | STD      | STD      | SP       | STD      | STD      | P        |
| <b>PRESERVANTE ADVANCE</b>                |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TBVN (mg/100 g) (Ingreso a cocina)</b> | 47.64    | 26       | 28.61    | 30.71    | 29.05    | 34.1     | 35.03    |
| <b>Calidad Potencial con Preservante</b>  | STD      | STD      | P        | P        | STD      | P        | STD      |

En la prueba realizada, se observa que la duración del tiempo de espera en la poza varía entre 6 y 13 horas en diferentes pruebas para ambos preservantes.

En cuanto a los niveles de TBVN al momento de ingreso a la cocina, se registran diferencias significativas entre los dos preservantes en varios días de prueba. Con el preservante IN FORLEX, los niveles de TBVN fluctúan entre 25.00 mg/100 g y 37.28 mg/100 g, mientras que con el preservante ADVANCE, varían entre 26.00 mg/100 g y 47.64 mg/100 g.

En relación a la calidad potencial con cada preservante, se observa que con IN FORLEX se alcanzan calidades de harina proyectadas como Prime (P), Estándar (STD) y Super Prime (SP), lo cual concuerda con las expectativas según la Tabla N° 13 de TBVN de descarga de la materia prima. En contraste, con el preservante ADVANCE, la calidad potencial varía entre Estándar (STD) y Prime (P). Esta variación en la calidad potencial coincide con las diferencias

observadas en los niveles de TBVN de descarga, sugiriendo que la materia prima tratada con ADVANCE presenta una mayor estabilidad en sus niveles de TBVN.

#### **4.2.3. TBVN de Harina**

Por último, en la Tabla N° 14 se tienen datos reales de la certificadora SGS, de las cuales podemos analizar varios aspectos como los niveles de TBVN, Histamina y calidad de harina obtenida. Es importante considerar la relación entre estos parámetros mencionados para seleccionar el preservante más adecuado para el proceso de producción. Esta Tabla se comparará con la tabla N° 9 para ver si se encuentra dentro del rango establecido por la SNP.

Con el preservante IN FORLEX, los niveles de TBVN en la harina oscilan entre 94 mg/100 g y 121.45 mg/100 g, en comparación con el preservante ADVANCE, los niveles de TBVN en la harina varían entre 109.62 mg/100 g y 136.6 mg/100 g. Ambos preservantes muestran una cierta variabilidad en los niveles de TBVN, aunque los valores tienden a ser más bajos con el preservante IN FORLEX.

Respecto a los valores obtenidos de histamina, para poder clasificar una harina de calidad Super Prime esta debe estar por debajo de los 500 ppm y Prime por debajo de los 1000 ppm. Y como se puede ver en la Tabla N° 15, los niveles de histamina en la harina varían considerablemente entre las diferentes pruebas y preservantes. Con respecto al preservante IN FORLEX, los niveles de histamina fluctúan entre 51.51 mg/100 g y 244.13 mg/100 g. y con ADVANCE, los niveles de histamina van desde 201 mg/100 g hasta 408.77 mg/100 g. En general, los niveles de histamina son más altos con ADVANCE en comparación con IN FORLEX en la mayoría de las pruebas.

Respecto a las calidades obtenidas, se puede decir que con el preservante IN FORLEX, la calidad de la harina obtenida varía entre Super Prime, Prime y Standard en diferentes pruebas, y con el preservante ADVANCE, la calidad de la harina obtenida varía principalmente entre Prime y Standard. En términos generales, parece haber una tendencia hacia una calidad de harina más alta con IN FORLEX en comparación con ADVANCE.

**Tabla N° 14. TBVN de harina de pescado e Histamina por SGS.**

| <b>Características del proceso</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>PRESERVANTE IN FORLEX</b>       |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TBVN (mg/100 g) (harina)</b>    | 99.76    | 118.88   | 115.24   | 108.15   | 121.45   | 118.68   | 94       |
| <b>Histamina (ppm)</b>             | 67.79    | 244.13   | 152.74   | 91.83    | 103.88   | 195.34   | 51.51    |
| <b>Calidad Harina Obtenida</b>     | SP       | P        | P        | P        | STD      | P        | SP       |
| <b>PRESERVANTE ADVANCE</b>         |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>TBVN (mg/100 g) (harina)</b>    | 136.6    | 109.62   | 112.4    | 113.29   | 116.57   | 122.74   | 126.46   |
| <b>Histamina (ppm)</b>             | 236.16   | 370.79   | 334.98   | 346.15   | 408.77   | 201      | 253.13   |
| <b>Calidad Harina Obtenida</b>     | STD      | P        | P        | P        | P        | STD      | STD      |

**4.2.4. Determinación del tiempo máximo de efectividad de IN FORLEX y ratio de incremento de TBVN en pozas.**

En tabla N° 15, se pueden apreciar los tiempos y ratios de incrementos obtenidos con el uso de cada preservante, así como los TBVN de ingreso y salida de poza que nos dan los ratios dentro de esas horas que se preservó la materia prima.

**Tabla N°15. Ratios de incremento de TBVN por hora.**

| <b>Características del proceso</b>         | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>PRESERVANTE IN FORLEX</b>               |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Tiempo en pozas (hr)</b>                | 7        | 9        | 10       | 10       | 13       | 8        | 6        |
| <b>TBVN (mg/100 g) Descarga</b>            | 20.9     | 29.2     | 19.03    | 20.41    | 24.30    | 29.27    | 20.90    |
| <b>TBVN (mg/100 g) (Ingreso a cocina)</b>  | 26.00    | 36.85    | 31.30    | 25.00    | 31.80    | 37.28    | 26.00    |
| <b>Rango de Incremento con preservante</b> | 0.77     | 0.84     | 1.28     | 0.47     | 0.58     | 0.98     | 0.85     |
| <b>PRESERVANTE ADVANCE</b>                 |          |          |          |          |          |          |          |
| <b>Tiempo en pozas (hr)</b>                | 7        | 9        | 10       | 10       | 13       | 8        | 6        |
| <b>TBVN (mg/100 g) Descarga</b>            | 25.10    | 19.50    | 21.50    | 21.10    | 21.37    | 22.04    | 24.99    |
| <b>TBVN (mg/100 g) (Ingreso a cocina)</b>  | 47.64    | 26       | 28.61    | 30.71    | 29.05    | 34.1     | 35.03    |
| <b>Rango de Incremento con preservante</b> | 3.06     | 0.70     | 0.73     | 0.96     | 0.63     | 1.49     | 1.60     |

La fórmula por usar para obtener la ratio de incremento de TBVN (mg/100g) por hora es la siguiente:

$$X = \frac{\text{TBVN ( Salida de poza – Ingreso a poza)(mg/100g)}}{\text{tiempo de espera en poza( hr)}}$$

Para determinar en qué preservante se observa un mejor rango de incremento de TBVN, podemos comparar los rangos de incremento de TBVN para cada preservante en las mismas horas de tiempo en poza. Luego, podemos analizar cuál preservante muestra un rango de incremento más bajo en promedio, ya que esto significa que pudo prolongar por más tiempo la calidad de la materia prima y no descomponerse tan rápido. Veamos los valores de cada TBVN en distintas etapas del proceso, así como sus rangos de incremento por cada preservante.

**Tabla N° 16 Indicadores estadísticos de TBVN y rango de incremento.**

| <b>IN FORLEX</b>                                 | <b>Desv. Est</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Media</b> | <b>Mediana</b> |
|--|------------------|---------------|---------------|--------------|----------------|
| <b>TBVN (mg/100 g) Descarga</b>                  | 4.27             | 6.00          | 13.00         | 8.63         | 9.00           |
| <b>Tiempo en pozas (hr)</b>                      | 2.33             | 6.00          | 13.00         | 8.63         | 9.00           |
| <b>TBVN (mg/100 g) (cocinas) con preservante</b> | 5.15             | 25.00         | 37.28         | 30.24        | 31.30          |
| <b>TBVN (mg/100 g) (harina)</b>                  | 10.58            | 94.00         | 121.45        | 110.43       | 115.24         |
| <b>Rango de Incremento con preservante</b>       | 0.27             | 0.47          | 1.28          | 0.79         | 0.84           |
| <b>ADVANCE</b>                                   | <b>Desv. Est</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> | <b>Media</b> | <b>Mediana</b> |
| <b>TBVN (mg/100 g) Descarga</b>                  | 2.08             | 19.50         | 25.10         | 22.15        | 21.50          |
| <b>Tiempo en pozas (hr)</b>                      | 2.33             | 6.00          | 13.00         | 8.63         | 9.00           |
| <b>TBVN (mg/100 g) (cocinas) con preservante</b> | 7.17             | 26.00         | 47.64         | 32.43        | 30.71          |
| <b>TBVN (mg/100 g) (harina)</b>                  | 9.54             | 109.62        | 136.60        | 119.35       | 116.57         |
| <b>Rango de Incremento con preservante</b>       | 0.86             | 0.63          | 3.06          | 1.12         | 0.96           |

Como se puede ver en la tabla N° 16, ambos preservantes muestran una variabilidad en los niveles de TBVN al momento de la descarga del pescado en las pozas. Sin embargo, ADVANCE parece tener una menor variabilidad, como se evidencia por su menor desviación estándar, indicando que su materia prima estaba en mejores condiciones que las de IN FORLEX.

Respecto al tiempo promedio en las pozas es similar para ambos preservantes, con una media de alrededor de 9 horas.

En cuanto a los TBVN de ingreso a cocina, que viene a ser después del tratamiento con preservante, se ve que ambos preservantes muestran un aumento en los niveles de TBVN, pero IN FORLEX tiene una media más baja de 30.24 (mg/100g), y una menor variabilidad de 5.15 (mg/100g), respecto a ADVANCE con una media de 32.43 (mg/100g) y variabilidad de 7.17 (mg/100g).

Los niveles de TBVN en la harina producida muestran una considerable variabilidad, con una media que indica un aumento significativo desde la descarga hasta el producto final. Sin embargo, ADVANCE parece proporcionar niveles de TBVN en la harina ligeramente más altos de 119.35 (mg/100g), en comparación con IN FORLEX que fue de 110.43 (mg/100g),

En el rango de incremento, este indicador muestra la variabilidad en el aumento de los niveles de TBVN después del tratamiento con preservante. Se observa que ADVANCE tiene un rango de incremento más alto siendo 3.06 (mg/100g), lo que indica una mayor variabilidad en el efecto del preservante en comparación con IN FORLEX que tiene un incremento de 1.28 (mg/100g).

En resumen, aunque ambos preservantes muestran un efecto positivo en cuanto a reducir el aumento de los niveles de TBVN, IN FORLEX parece tener una mayor eficacia en términos de proporcionar niveles de TBVN más bajos y más consistentes en la materia prima y la harina. Sin embargo, es importante considerar otros factores, como los costos y la disponibilidad, al tomar decisiones sobre qué preservante utilizar en el proceso de conservación del pescado.

#### 4.3. Evaluación de la relación costo dosis con ácidos orgánicos vs hielo.

La dosis de IN FORLEX a aplicar es de 1Lt/Tn materia prima según protocolo por lo que el costo para preparar 1 tonelada de harina es de 16,8 dólares según tabla 17.

**Tabla N° 17. Costos para producir una tonelada de harina de pescado utilizando IN FORLEX sistema de preservación.**

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Precio:</b>                      | 4,20 US\$/Lt    |
| <b>Dosis por Materia Prima:</b>     | 1 Lt/ Tn MP     |
| <b>Dosis por Harina de Pescado:</b> | 4 Lt/ Tn HP     |
| <b>Costo dosis:</b>                 | 16,8 US\$/TN HP |

Para el caso de preservar la materia prima con hielo, la dosis a usar es de 5 % es decir 50 kg de hielo/ ton de materia prima, los precios varían según ubicación por ejemplo en Chimbote el precio del hielo se encuentra en 520 soles/Ton y en Vegueta a 430 soles/ton, considerando el costo de aplicación estaría entre 26 a 21,5 dólares/ tonelada de harina de pescado (Tabla 18).

**Tabla N° 18. Costos para producir una tonelada e harina de pescado utilizando hielo como sistema de preservación**

|                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| <b>Precio:</b>                      | 520 soles/ Tn     |
| <b>Dosis por Materia Prima:</b>     | 26 soles / Tn MP  |
| <b>Dosis por Harina de Pescado:</b> | 104 soles / Tn HP |
| <b>Costo dosis:</b>                 | 26 US\$/TN HP     |

Con esto se comprueba que el uso de cualquier ácido orgánico como preservante aparte de ser eficiente tiene un menor costo versus el hielo, aparte que su aplicación y sistema de implementación en planta es mucho más barata.

## V. CONCLUSIONES

- Mantener el pH inicial del producto y de la materia prima en un rango de 2 a 2.8 durante la recepción se ha identificado como crucial para la eficacia del preservante. Además, se estableció que el pH final, tras varias horas de espera en la poza, debe estar por debajo de 5. Estos parámetros aseguran que el producto IN FORLEX cumpla efectivamente su propósito de retardar la degradación del pescado.
- Se determinó que un tiempo de espera en la poza de 8 horas en promedio es óptimo para lograr una preservación efectiva. Con la adición del preservante, se observó un ratio de incremento promedio de 0.79 (mg/100g) por hora, lo cual sugiere una mejora significativa en la eficiencia de la preservación del pescado.
- El uso del preservante resultó en harinas de calidad Super Prime y Prime, con parámetros de TBVN en promedio de 110.43 (mg/100g) e histamina de 129.60 ppm.
- El preservante IN FORLEX cuesta 16,8 dólares por tonelada de harina de pescado, mientras que el hielo oscila entre 21,5 y 26 dólares por tonelada. Esta comparación evidencia que IN FORLEX, además de garantizar una conservación eficaz en calidad, es considerablemente más económico que el uso de hielo para la conservación tradicional.
- Se cumple con los estándares de calidad establecidos como proteína, histamina y TBVN para calidades Super prime y Prime, proporcionando una solución efectiva para prolongar la vida útil de la materia prima usando preservante IN FORLEX.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar la medición de la variable pH en las pozas de recepción para un mejor seguimiento de la concentración del preservante IN FORLEX.
- Se recomienda realizar estudios aumentando la dosis de IN FORLEX evaluando y comparando la eficacia con otros preservantes en términos de su impacto en los niveles de TBVN y la calidad del producto final, así como reducir la variabilidad en los tiempos de espera en las pozas para mejorar la consistencia en el proceso.
- Se recomienda realizar pruebas con el preservante IN FORLEX en las bodegas de las embarcaciones pesqueras.
- Mantener un monitoreo regular de los niveles de TBVN en todas las etapas del proceso, desde la descarga hasta la producción de harina, para evaluar la eficacia de los preservantes y garantizar la calidad del producto final.
-

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Abbas, K. A., Saleh, A. M., & Lasekan, O. (2009). La relación entre la actividad del agua y el deterioro del pescado durante el almacenamiento en frío: Una revisión. *Revista de Alimentos, Agricultura y Medio Ambiente*, 7(3 y 4), 86-90. Recuperado de <http://www.world-food.net>
- Aguerre, R. J., Serrato, G., & Calzetta Resio, A. N. (2013). Evaluación de la durabilidad a 4° C de filetes de pejerrey (*Odontestes bonariensis*) tratado con NaCl y ácidos orgánicos. *Revista de la Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias*, IV(7), 39-52
- Ayala, M. E., Chávez, J., & Salas, A. (2004). Uso de ácido acético en la preservación de anchoveta peruana destinada a la fabricación de harina y aceite. Instituto Tecnológico de la Producción. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14523/86>
- Ayala, M. E., Salas, A., Carbajal, M., Plácido, M., & Albrecht-Ruiz, M. (2001). Patrón de deterioro de Anchoveta Peruana (*Engraulis ringens*) almacenada a temperatura de refrigeración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(3), 161-168.
- Berrú, F. (2011). Control de procesos en la línea de producción de harina y aceite de pescado de la planta pesquera harinera-Hayduk-Paita. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Callao, Lima). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12952/343>
- Cidade Pirez, M. (2012.). Métodos de evaluación de la frescura en peces de agua dulce (desde 1961 al 2011). Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Veterinaria. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12008/19832>
- FAO. (Ed.). (1999). *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad* (FAO Documento Técnico de Pesca 348). Ministerio de Pesca, Laboratorio Tecnológico, Dinamarca. Recuperado de <https://www.fao.org/4/V7180S>
- Florenc

- ia, M. (2013). Ácidos orgánicos como método de intervención. Efecto sobre agentes patógenos y alteradores relevantes en la industria frigorífica. Empleo en carne equina. (Tesis de especialista en seguridad alimentaria, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires). Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61033>
- Fuertes Vicente, H. G., Paredes López, F., & Saavedra Gálvez, D. I. (2014). Buenas prácticas de manufactura y preservación a bordo: pescado inocuo. Big Bang Faustiniiano. Recuperado de <https://doi.org/10.51431/bbf.v0i0.234>
- Ghaly, D., Dave, S., Budge, & Ms Brooks (2010). Mecanismos de deterioro del pescado y técnicas de conservación. *American Journal of Applied Sciences*, 7(7), 859-877.
- Gonez, J. (2011). Aplicación de sinergia de agentes orgánicos en la inhibición y reducción de carga microbiana para harinas de pescado para exportación. (Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador).
- HANCCO, P., (2020). Determinación del ph y características organolépticas de la carne de pescado de tres especies comerciales en el malecón Grau de Pucallpa. (Tesis, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia). Recuperado de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/238>
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE). (2022). Catálogo digital de la biodiversidad acuática del Perú: Especie de la anchoveta. Recuperado de <https://biodiversidadacuatica.imarpe.gob.pe/Catalogo/Especie?id=103>
- Jimenez, E., Moreno, M., Canizales, D., Valdez, R., & Montoya, N. (2015). Aditivos: una herramienta para extender la vida de anaquel de los productos de la pesca. Análisis, calidad y procesamiento de los alimentos en México. Plaza y Valdés Editores.
- Kilinc y Cakli (2005), citados por Sallam (2007). Ver referencia en Sallam (2007).
- Lam, C., R., Icochea, U., E., & Sánchez Torres, J. (1971). Preservación de la anchoveta a bordo de las embarcaciones pesqueras, con fines industriales de reducción (nivel de laboratorio). Instituto del Mar del Perú. Informe del Instituto del Mar del Perú, número 37. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12958/265>
- Martinez Layza, R. (2016). Tecnologías de conservación de filetes de pescado fresco. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo, Lima). Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d3014fda-be22-425a-9501-848782fec09d/content>

- Mesones, E. (2022). Gestión de Calidad en el Proceso de Elaboración de Harina de Pescado Anchoveta. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10111>
- Ministerio de la Producción. (2024). Boletín del Sector Pesquero: Desarrollo Productivo de la Actividad Pesquera (1era Edición). Lima, Perú: Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos, Secretaría General del Ministerio de la Producción. Recuperado de 2024 Enero: Boletín del Sector Pesquero ([produce.gob.pe](http://produce.gob.pe))
- Moscol Albañil, I. P., Peltroche Saavedra, G., & Ruesta García, V. A. (2021). Predicción de parámetros de calidad de la harina de pescado utilizando imágenes hiperespectrales y redes neuronales artificiales. Universidad de Piura. Piura, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11042/5148>
- Neira, R. (2015). Análisis de la aplicación de sistemas de frío en la captura y transporte de anchoveta (*Engraulis ringens*) y su influencia en los parámetros de procesamiento de la harina de pescado. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú). Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/336>
- Norma sanitaria – MINSA. (2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. R.M. No 591-2008-MINSA-27/06/2008.
- Ozogul, F., Taylor, K., Quantick, P., & Ozogul, Y. (2000). Chemical, microbiological and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. *Food Chemistry*, 71, 267-273.
- Pacheco, J., Tomé, E., Guerra, M., & Raybaudt, R. (2011). Efecto antioxidante y antimicrobiano de sales de ácidos orgánicos y extractos naturales en filetes de bagre dorado (*Brachyplatystoma rousseauxii*) refrigerados. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(1), 16-40. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/272420074\\_Efecto\\_antioxidante\\_y\\_antimicrobiano\\_de\\_sales\\_de\\_acidos\\_organicos\\_y\\_extractos\\_naturales\\_en\\_filetes\\_de\\_bagre\\_dorado\\_Brachyplatystoma\\_rousseauixii\\_refrigerados](https://www.researchgate.net/publication/272420074_Efecto_antioxidante_y_antimicrobiano_de_sales_de_acidos_organicos_y_extractos_naturales_en_filetes_de_bagre_dorado_Brachyplatystoma_rousseauixii_refrigerados)
- Rivera, M. (2020). Determinación de histamina en muestras de pescado perico (*Coryphaena hippurus*) en la Empresa Pesquera Exalmar S.A.-Carquin 2018. (Tesis de

- licenciatura, Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrión, Huacho, Perú). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14067/4741>
- Salazar Turco, G. Y. (2016). Estudio de la formación de histamina en caballa (*Scomber japonicus*), jurel (*Trachurus murphy*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en relación al tiempo y temperatura de almacenamiento. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado de [.http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2367](http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2367)
  - Sanjuás Rey, M., García-Soto, B., Fuertes Gamundi, J. R., Aubourg, S., & Barros-Velázquez, J. (2011). Efecto de un sistema de formación de hielo con ácido orgánico natural sobre la calidad microbiológica de especies de pescado refrigerado comercialmente relevantes. *LWT - Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Recuperado de [www.elsevier.com/locate/lwt](http://www.elsevier.com/locate/lwt)
  - Sandbol, P. (1993). Nueva tecnología en la producción de harina de pescado para piensos: Implicaciones sobre la evaluación de la calidad. En IX Curso de Especialización Fedna (pp. 235-261).
  - Silva Ortiz, D. (2003). Elaboración de harina de pescado. (Tesis de licenciatura, Universidad Católica Argentina, Buenos Aires). Recuperado de [https://www.academia.edu/19204329/Silva\\_Ortiz\\_2003](https://www.academia.edu/19204329/Silva_Ortiz_2003)
  - Sociedad Nacional de Pesquería. (2022). Harina de pescado/Fish meal. Recuperado de <https://snp.org.pe/harina-de-pescado-fish-meal/>
  - Stansby, M.E. and Olcott, H.S. (1963) Composition of Fish: In Stansby Industrial Fishery Technology. Reinhold Publishing Co., New York, 393
  - Vargas, C. (Ed.). (2016). Ácidos orgánicos: características, propiedades y síntesis. Hauppauge, Nueva York: Nova Science Publisher's, Inc. Recuperado de <https://lccn.loc.gov/2016034022>
  - Valdez, M., Higuera, V., Martinez, M., Sanchez, L., Balois, R., Marquez, E., Montoya, N., & Jimenez, E. (2016). La química y bioquímica: su relación con la calidad e inocuidad de productos pesqueros (1.<sup>a</sup> ed.). Revista Análisis, calidad y procesamiento de alimentos en México, pp. 179-198.
  - Villaverde Nicolás, E. R. (2016). Evaluación de la influencia del grado de deterioro de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en el contenido de omega 3, para tres zonas de pesca

Universidad de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú. Recuperado de  
<http://hdl.handle.net/20.500.14070/219>

-

-

# ANEXOS

## Anexo N°1 . Ficha Técnica de IN FORLEX.



Última revisión: 03 Noviembre de 2020

### IN-FORLEX

#### Preservante materia prima para control de Enterobacterias

##### Identificación

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Acido Fórmico 80%           | N°CAS. 64-18-6   |
| Formiato de sodio 10%       | N°CAS. 141-53-7  |
| Lignosulfonato de Sodio 15% | N°CAS. 8061-51-6 |

##### Descripción

IN-FORLEX es un producto líquido, no corrosivo, fácil de manipular. Su fórmula resulta de la mezcla de componentes que actúan sobre los compuestos aminos no volátiles como histamina, putrescina, tiramina y esparmina que provocan descomposición y mal olor en la elaboración de harina de pescado. Evita la proliferación de enterobacterias como Salmonella y E.Coli. Tiene un pH 2.5 ± 0.5, y densidad 1,2 ± 0,05.

##### Función General

IN-FORLEX evita las alteraciones organolépticas del pescado y de los productos pesqueros durante el proceso de elaboración de harina de pescado, en especial las relacionadas al efecto producido por la degradación de la proteína de pescado a aminoácidos y bajo la acción de descarboxilación bacteriana formando compuestos aminos no volátiles. Reduce considerablemente la carga bacteriana (enterobacterias) proveniente de la materia prima.

##### Acción Química

IN-FORLEX actúa selectivamente sobre las Enterobacterias (Salmonella, Escherichia, Proteus, Klebsiella) que forman histamina como producto secundario de su metabolismo por acción de su enzima histidina descarboxilasa. Las bacterias enterobactales más abundantes en el pescado, identificadas como formadoras de histamina son: Morganella morganii, Klebsiella pneumoniae, Proteus vulgaris y Hafnia alvei. El efecto bactericida de IN-FORLEX impide el desarrollo normal de estos microorganismos patógenos generando bajos niveles de histamina, TVN y recuento de enterobacterias en la producción de harina de pescado.

##### Dosificación

Aplicar de acuerdo a los sistemas internos de cada línea de proceso:  
En bodega de barco/Pezo de almacenamiento: 500-1000 ppm por materia prima (0,5 Kg/Ton -1 Kg/Ton).  
En estanques de concentrados: aplicar al 1%.  
Tratamiento preventivo en piensos e ingredientes 2 kg/Ton.  
En presencia de bacteria y hongos, dosificar desde 4 Kg/Ton, según carga microbiológica.

##### Ventajas Especiales

- La formulación de IN-FORLEX permite además cumplir una función antioxidante, lo que aporta positivamente en la calidad de la materia prima.
- Producto No Corrosivo.
- Actúa selectivamente, atacando a las principales bacterias generadoras de Histamina y aminas biogénicas.
- Disminución de crecimiento hasta 5 órdenes de magnitud con respecto a materia prima.