



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“DESODORIZACIÓN DE LA HARINA DE PESCADO POR EL MÉTODO
DE INACTIVACIÓN QUÍMICA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS Y AGROINDUSTRIA**

AUTOR:

LUIS ARMANDO POBLET RÍOS

ASESOR:

MG. MARIANO ANDRÉS SAL Y ROSAS JULCA

JURADO:

DRA. NAUPAY VEGA MARLITT FLORINDA

DR. IANNACONE OLIVER JOSÉ ALBERTO

DR. VIVAR PÁRRAGA JULIO OSWALDO

LIMA- PERÚ

2019

Dedicatoria

A mis padres por su perseverancia e inculcarme valores morales y fe en Dios.

Agradecimiento

- Agradezco a Dios por protegerme a lo largo de mi vida.
- Gracias a todas las personas que apoyaron directa o indirectamente la realización de esta tesis.

Índice general

Índice general	iv
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras	x
Resumen.....	xii.
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Formulación del problema.....	12
1.4. Antecedentes.....	15
1.5. Justificación de la investigación.....	15
1.6. Limitaciones de la investigación.....	16
1.7. Objetivos.....	18
1.8. Hipótesis	19
II: Marco teórico	20
2.1. El mar peruano.....	20
2.1.1. Generalidades del mar peruano.....	20
2.1.2. Características del mar peruano.....	21
2.1.3. Extensión del mar peruano.....	22
2.1.4. Límites del mar peruano.....	22
2.1.5. Regiones del mar peruano.....	22
2.1.6. Relieves del mar peruano.....	24
2.1.7. Importancia del mar peruano.....	25

2.1.8.	Riquezas del mar peruano.	27
2.2.	La acuicultura	28
2.2.1.	Situación mundial de la acuicultura.	28
2.2.2.	Situación nacional de la acuicultura.	29
2.3.	Tecnologías de pesca	32
2.3.1.	Arte de pesca.	32
2.3.2.	Hidroacústica.	34
2.3.3.	Sensoramiento remoto.	34
2.4.	Subproductos del pescado.....	36
2.4.1.	Harinas y aceites de pescado.	37
2.4.2.	Hidrolizados proteicos.....	37
2.4.3.	Colágeno.....	38
2.4.4.	Gelatina.....	39
2.4.5.	Ácido graso Omega 3.	39
2.5.	Harina de pescado.....	40
2.5.1.	Definición.	40
2.5.2.	Usos de la harina de pescado.....	40
2.5.3.	Proceso productivo de harina de pescado.....	41
2.5.4.	Ventajas de su utilización.	46
2.6.	Olores en la harina de pescado	48
2.6.1.	Malos olores en la harina de pescado.	48
2.6.2.	Obtención de la trimetilamina.	52
2.6.3.	Métodos para minimizar los olores.	57
2.6.4.	Método de la inactivación química.....	59
2.7.	Responsabilidad ambiental	61

2.8. Marco conceptual.....	62
2.9. Marco legal	73
2.9.1. Ley General de Pesca.	73
2.9.2. Medidas de conservación.	74
2.9.3. Reglamentos de ordenamiento pesquero.	74
2.9.4. Reglamento de inspecciones y sanciones pesqueras y acuícolas - RISPAC.	74
2.9.5. Descarte y residuos.	74
2.9.6. Programa de Vigilancia y Control de Pesca y Desembarque en el Ámbito Marítimo.	74
2.9.7. Sistema de Seguimiento Satelital -SISESAT.	75
2.9.8. Normas ambientales.	75
2.9.9. Normas Técnicas Peruanas -NTP.....	75
III. Método	77
3.1. Tipo de investigación.....	77
3.2. Poblacion y muestra.....	78
3.2.1 Tipos de muestreo-----	78
3.2.2 Muestra-----	79
3.3. Operacionalizacion de variables-----	81
3.4. Instrumentos-----	83
3.5. Procedimientos	85
3.5.1. Diseño de la investigación.....	85
3.5.2. Diseño de la investigación para la hipótesis principal.....	85
3.5.3. Diseño de la investigación para la hipótesis secundaria N° 1.	86
3.5.4. Diseño de la investigación para hipótesis secundaria N° 2.	87

3.5.5.	Diseño de la investigación para la hipótesis secundaria N° 3.	87
3.5.6.	Estrategias de pruebas de hipótesis.	88
3.5.7.	Variables -----,-----,-----	88
3.6.	Análisis de datos.	89
IV.	Resultados	90
4.1.	Desodorización de la harina de pescado	90
4.1.1.	Desodorización de la harina de pescado-----,-----	90
4.1.2.	Esquema simple del desodorizador	90
4.2.	Contrastación de hipótesis general	91
4.2.1.	Plantear el problema-----	91
4.2.2.	Planteamiento de la hipótesis-----	91
4.2.3.	Especificar los niveles de prueba-----,-----	91
4.2.4.	Recolección de la información muestral	92
4.2.5.	Calculo del valor del estadígrafo de prueba muestral	93
4.2.6.	Decisión estadística	93
4.2.7.	Conclusión estadística	93
4.3.	Contrastación de las hipótesis secundarias	93
4.3.1.	Hipótesis secundaria N° 1.	93
4.3.2.	Hipótesis secundaria N° 2.	94
4.3.3.	Hipótesis secundaria N° 3.	95
4.4.	Análisis e interpretación	96
V.	Discusión de resultados	98
VI.	Conclusiones	101
VII.	Recomendaciones	101
VIII.	Referencias	103

IX. Anexos	111
Anexo 1: Matriz de consistencia	112
Anexo 2: Matriz de recolección de datos	113
Anexo 3: Cálculo del tamaño de la muestra.....	114

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Desodorización de la harina de pescado.</i>	91
Tabla 2. <i>Desviación estándar para la variación de la desodorización de la harina de pescado.</i>	92
Tabla 3. <i>Contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado</i>	93
Tabla 4. <i>Contenido de trimetilamina (TMA) es la especie marina refrigerada.</i>	94

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Mapa del dominio marítimo del Perú	19
<i>Figura 2:</i> Frontera sur del mar peruano	21
<i>Figura 3:</i> Región Septentrional	22
<i>Figura 4:</i> Región Meridional	23
<i>Figura 5:</i> Relieves del mar peruano.....	23
<i>Figura 6:</i> Pescadores en su faena diaria	24
<i>Figura 7:</i> Riqueza del mar peruano	27
<i>Figura 8:</i> Evolución de la acuicultura peruana (TM)	29
<i>Figura 9:</i> Zonas con mayor actividad acuicola.....	30
<i>Figura 10:</i> Método del arte de pesca	32
<i>Figura 11:</i> Método de la hidroacústica.....	34
<i>Figura 12:</i> Método del sensoramiento remoto.....	35
<i>Figura 13:</i> Subproductos del pescado.....	36
<i>Figura 14:</i> Harina de pescado	40
<i>Figura 15:</i> Proceso productivo de la harina de pescado	41
<i>Figura 16:</i> Estructura química del Óxido de trimetilamina.....	52
<i>Figura 17:</i> Oxidación – reducción química	52
<i>Figura 18:</i> Reducción anaeróbica del OTMA (ciclo de Krebs)	53
<i>Figura 19:</i> Reducción anaeróbica del OTMA (ruta de Serina)	54
<i>Figura 20:</i> Estructura química de la Trimetilamina	55
<i>Figura 21:</i> Reacción química de la Trimetilamina	89
<i>Figura 22:</i> Esquema simple de un deodorizador.	89
<i>Figura 23:</i> Percepción del olor a pescado.....	95
<i>Figura 24:</i> Defecto de la desodorización de la harina de pescado.....	95

<i>Figura 25.</i> Trimetilamina (TMA) en función al tiempo, en la harina de pescado.	96
<i>Figura 26.</i> Trimetilamina (TMA) en función al tiempo, en especie marina refrigerada.	97

Resumen

La presente investigación, *Desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química*, tuvo como objetivo principal, desodorizar la harina de pescado durante su proceso productivo utilizando el método de inactivación química.

Se empleó la metodología de la inactivación química, mediante una solución de HCl al 5 %, que ingresa en contracorriente con los gases provenientes de la chimenea.

La investigación concluye que, el método de inactivación química permite desodorizar la harina de pescado, durante su proceso productivo, permitiendo así, disminuir en gran manera, el fuerte característico “olor a pescado”.

Palabras Claves: Desodorización, harina de pescado, inactivación química.

Abstract

The present investigation, *Deodorization of fishmeal by the method of chemical inactivation*, had as main objective, to deodorize the fishmeal during its productive process using the chemical inactivation method.

The chemical inactivation methodology was used, using a 5% HCl solution, which enters in countercurrent with the gases coming from the chimney.

The investigation concludes that, the method of chemical inactivation allows to deodorize the fish meal, during its productive process, thus allowing, to diminish in a great way, the strong characteristic "fish smell".

Key words: Deodorization, fish meal, chemical inactivation.

1. INTRODUCCION

La harina de pescado, es un producto que se obtiene del procesamiento de pescado, mediante acción del calor, el cual, permite la eliminación de su contenido de agua y aceite. El calor es suministrado mediante fuego directo o, mediante calor producido por vapor. La harina de pescado es una fuente rica de proteína y grasa digerible, además de su contenido energético.

El proceso productivo de la harina de pescado, está asociado a *malos olores*, en realidad, a olores intolerables para la percepción humana, esto no significa que el pescado en sí, tenga estos malos olores, sino que, es la descomposición microbiana del pescado, que se inicia desde el momento en que el pescado muere al salir del mar.

El pez en su estructura muscular, posee óxido de trimetilamina (OTMA), y una vez salido del mar, el pescado, mediante una reducción química bacteriana en su estructura muscular, se produce la trimetilamina (TMA) que tiene un “olor a pescado”, en otras palabras, es el olor característico de la harina de pescado.

Estos malos olores, contaminan el medio ambiente y el ecosistema, no sólo de la zona de influencia de la producción de la harina de pescado, sino que, estos malos olores, son transportados por corrientes de aires a otras zonas, y por lo general a zonas urbanas ubicadas en el litoral peruano.

Existen muchos métodos para desodorizar la harina de pescado, muchos de ellos realizados en el laboratorio o en plantas piloto.

El método desarrollado se realizó en una planta pesquera ubicada en el litoral peruano, que, por un tema de confidencialidad con la finalidad de reservar el registro de la patente industrial, se reservará y preservará el nombre de la empresa en la cual se realizaron los ensayos de investigación en su planta productiva de harina de pescado.

La presente investigación, muestra la mitigación de estos malos olores, mediante la desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.

El contenido de la presente investigación es el siguiente:

El capítulo 1, presenta la descripción de la realidad problemática, el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación e importancia de la investigación.

El capítulo 2, describe el planteamiento teórico en el cual se basa la investigación, el marco conceptual que requiere el presente tratado, el marco legal y describe las hipótesis de la investigación.

El capítulo 3, desarrolla el método empleado para desarrollar la investigación, el nivel, el diseño de la investigación y las estrategias de prueba de hipótesis.

El capítulo 4, señala los resultados de la investigación, la contrastación de hipótesis y el análisis e interpretación de la investigación.

El capítulo 5, presenta a discusión de los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación realizada.

1.1. Planteamiento del problema

Desde cuando se conoce el problema: La industria pesquera ha sido estudiada a nivel mundial como una de las industrias más productivas, capaz de generar divisas, a pesar de la temporalidad de su proceso productivo, debido a que se sólo se puede producir en la época de pesca, y no época de veda.

Se piensa incluso en épocas más antiguas, aproximadamente 800 años A.C., ya se empleaban en Noruega un procedimiento ancestral para obtener el aceite de los arenques [los arenques son un género que abarca unas 15 especies de peces teleósteos, de color azul, eurihalinos y nativos de las aguas templadas y poco profundas del

Océano Atlántico y el Mar Báltico] por prensado mediante tablas y piedras (Santana, 2004).

En el siglo XIV, de hecho, las primeras harinas de pescado se mencionan ya en los viajes de Marco Polo a principios del siglo XIV, acostumbraban a sus terneras, vacas, ovejas, camellos y caballos a alimentarse con pescado desecado, que, al suministrárseles de forma regular, comían sin ninguna señal de desagrado (Santana, 2004).

En el Siglo IXX, las actividades en el sector pesca en el Perú, se remontan al período de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), cuando al amparo de la política pro industrialista, de iniciaron las exportaciones de conservas de pescado. La compañía Nacional del Guano se había interesado ya desde entonces en la perspectiva de sustituir el guano como fertilizante, por la harina de pescado (al fin y al cabo, las aves guaneras se alimentaban precisamente de anchoveta). Después de la guerra se desató una gran demanda en Europa por la harina de pescado (un concentrado sólido de anchoveta), pero no como fertilizante, sino, como, alimento de animales de granja: cerdos, pollos y otras aves (Contreras y cueto, 2007).

La International Fishmeal and Fish Oil Organization (IFFO), sostenía que para el 1955, en el Perú se producían unas 15.000 a 16.000 toneladas de pescado anuales, y los registros históricos refieren que, por lo menos desde esa fecha, la harina de pescado ya presentaba esos malos olores (IFFO, 2015).

Por la década del 70', en una investigación para obtener el Título de Ingeniero Pesquero, se determinó que los sólidos en el agua de sangre de la industria de harina de pescado, tenía "malos olores" (López Hurtado, 1973).

Por la década del 90', un Estudio de Impacto Ambiental de los efluentes de la industria pesquera de la Bahía de Ferrol de Chimbote, revelaba que, las descargas que

recibía la Bahía, tenían “olores característicos de harina de pescado” (Alcayhuamán y Yaya, 1997).

En la actualidad, la harina de pescado se produce de diversas formas, si bien los principios básicos se han modificado sorprendentemente poco. El producto que en la actualidad se obtiene es, sin embargo, un producto muy mejorado, aunque sigue presentando, olores particulares.

1.2 Descripción del problema

A continuación, se presenta de forma sucinta, investigaciones similares a la presente investigación, tanto en el ámbito internacional, como en el nacional:

Investigaciones internacionales.

Subproductos de pesquería.

(Toyes, 2016) interesada por el bajo valor económico, de los subproductos de pesquerías, empleados para producir harina, sabiendo que estos representan hasta el 60 % de la producción total, en su investigación titulada: “Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponedoras”.

El objetivo principal de la investigación, determinar la composición bioquímica de subproductos marinos procesados con o sin cocción, utilizarlos como ingredientes en alimentos para camarón, y como aditivos en alimentos para gallina, y evaluar sus efectos sobre los parámetros de producción, y calidad de músculo de camarón y huevo de gallina, para consumo humano.

La metodología de investigación, consistió en, coleccionar una variedad de subproductos marinos de Baja California Sur, para la elaboración de harinas mediante dos procesos: cocción-secado y molienda-secado.

En la prueba de olor, en las mismas especies, las muestras secadas, respecto de las muestras cocidas, presentaron mayor olor. Y entre especies diferentes, la de cabeza de camarón [nombre científico *Farfantepenaeus californiensis*, los carídeos (Caridea) son un infraorden de crustáceos decápodos marinos o de agua dulce, conocidos comúnmente como camarones, quisquillas o esquilas], presentó mayor olor que la víscera de hacha [nombre científico *Pinna rugosa*, es una clase de molusco, de la familia Pinnidae].

Como una de las conclusiones de la investigación, indica que los procesos de secado (sin cocción) y de cocción de fabricación de las harinas, tuvieron diferentes efectos en función de la materia prima empleada.

Aprovechamiento de desechos marinos.

(Arriagada, 2012) en su afán de investigar y desarrollar nuevos productos con un mayor aporte proteico, investiga a partir de los desechos frescos generados por la industria procesadora del salmón, en su tratado: *“Estudio de perfil y prefactibilidad; Proyecto para la producción de concentrado proteico a partir de la hidrólisis de desechos de la industria procesadora del salmón”*.

Una de las razones para llevar a cabo el estudio de prefactibilidad, fue el del valor tecnológico de implementar y construir una planta de proceso con dichas características de producción, las cuales permitiera que profesionales y trabajadores puedan familiarizarse con una nueva tecnología y nuevos procesos, los que, finalmente, puedan enriquecer en conocimiento a la sociedad.

El objetivo principal fue el de evaluar la viabilidad económica, mediante un estudio de prefactibilidad, de un proyecto de producción de un ensilado (concentrado proteico), a partir de la hidrólisis de ciertos desechos generados en la industria

procesadora del salmón (vísceras de salmónidos principalmente), para utilizarlo como complemento alimenticio para animales.

La metodología utilizada para la elaboración del perfil del proyecto, inicia con el capítulo de identificación del producto, posteriormente, motivos y oportunidades que representa, innovación y/o grado de diferenciación, complejidad técnica, aspectos pendientes de desarrollo a resolver con el prototipo, riesgos tecnológicos, y, finalmente, propiedad intelectual y proyectos relacionados desarrollados en el vecino país de Chile.

Dentro de los principales motivos para llevar a cabo el proyecto, destacó la calidad de la proteína presente en este concentrado proteico, apoyada por su alta digestibilidad en animales que hacen de éste, un excelente complemento alimenticio en dietas para peces, animales de corral y/o mascotas. El proceso de ensilaje no produce olores como el proceso de harina de pescado, estando este último producto en desventaja, respecto del primero; y, teniendo en cuenta que la biotecnología es una actividad económica con alta prioridad en Chile.

El tratado concluye que, a nivel de perfil, el proyecto presenta ser una gran alternativa frente al principal producto que hoy en día se obtiene a partir de los desechos frescos del salmón (harina de pescado), tanto en sus características nutricionales como en el valor comercial de éste. Sin embargo, es necesario realizar pruebas de laboratorio que certifiquen que el uso de Biofor [que es un aditivo bioquímico para ensilaje de residuos de la industria acuícola y pesquera. Está especialmente formulado para mejorar la capacidad de reutilización del ensilado y generar subproductos de alta calidad, tales como hidrolizados proteicos, harina o aceite de pescado con características mejoradas], genera los efectos esperados de hidrólisis en la materia prima.

Efecto en la alimentación de los peces.

(Álvarez, 2012) analizó el efecto de la alimentación de un pescado, y su incidencia alimentaria, cuando este se beneficia, en su investigación titulada: “Vida útil de la dorada almacenada en refrigeración con hielo. Influencia de distintos factores de cultivo”. [La Dorada, o pirayú (*Salminus Brasiliensis*), es un pez caraciforme de gran tamaño que habita las aguas tropicales y subtropicales de las cuencas de los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay, Chapare y Mamoré en América del Sur].

El investigador, basa su estudio en la dorada, debido a que, es una de las especies de cultivo con mayor producción en el Mediterráneo, siendo su comercialización mayoritariamente de procedencia acuícola.

El objetivo de la investigación, fue la de, estudiar el efecto de distintos factores del cultivo, como el ayuno previo al sacrificio, el uso de fuentes alternativas vegetales de lípidos en la dieta, y la inclusión de conservantes naturales en el pienso, sobre la calidad y vida útil de la dorada de crianza de tamaño comercial conservada en las condiciones de almacenamiento normalmente empleadas en la industria para este producto.

La metodología para la presente investigación, consistió en obtener un pescado con las vísceras limpias, para lo cual se recurrió al ayuno, previo al sacrificio; esto permitiría un pescado sin restos de alimentos, para mejorar la calidad de conservación del producto.

El investigador sostiene que, los compuestos nitrogenados no proteicos (NPN) constituyen únicamente el 9-18% del total de nitrógeno muscular, excepto en elasmobranquios, que se encuentran en mayor proporción (33-39%). Están constituidos mayoritariamente (en un 95% o más) por, óxido de trimetilamina

(OTMA) y sus derivados, urea, y nucleótidos y compuestos afines (Ordóñez, 1998). Muchos de estos compuestos contribuyen al sabor y a la alteración de los pescados.

Una de las conclusiones, respecto del mal olor de los pescados, en función a la dieta del pez, se encontró que, el tiempo de ayuno antes del sacrificio influye significativamente sobre la vida útil, de modo que, a una temperatura promedio de 21 °C, un ayuno de más de 24h acelera los procesos de deterioro del pescado. Por tanto, aumentaba el mal olor de los pescados.

Malos olores en la harina de pescado.

(Santana, 2004) analiza la contaminación producida por los malos olores en el proceso productivo de la harina de pescado, en su investigación denominada: “Incremento en la producción de harina y aceite de pescado para abastecer el mercado local, nacional e internacional”.

Para el análisis de las empresas a investigar, las divide en dos grupos: El primer grupo, las empresas que producen harina de pescado de forma artesanal. El segundo grupo, las empresas que producen harina de pescado industrial.

La harina de pescado, de forma artesanal, se refiere a la harina obtenida en canchones (patios de gran tamaño) al aire libre, cuyo proceso de secado se la materia prima se realiza a través del calor generado por la energía solar. La harina de pescado industrial, requiere una serie de equipos y maquinarias en su proceso productivo, siendo el principal, un secador giratorio, de más de 15 metros de longitud.

La investigación refiere que, para combatir plenamente la contaminación del aire, habría que añadir a los secadores, a la maquinaria de cocción, a los fosos descubiertos, etc. un sistema de succión de aire y hacer que el aire contaminado pasara por un desodorizante, el cual viene determinado principalmente por los siguientes

factores. a) Volumen de gases. b) Frescura de las materias primas. c) Método de desecación. d) Ubicación de la fábrica.

Como una de las conclusiones de la investigación, refiere que, en la referida ciudad, existen muchas empresas inmersas en la producción de harina de pescado, cuya infraestructura de la empresa presenta deficiencias, lo cual hace que se incremente los malos olores de la harina de pescado.

Investigaciones nacionales.

Malos olores en los residuos sólidos crudos.

(Ramírez, 2014) realizó una investigación de contaminación de aguas, titulada: “Harina a partir de los residuos sólidos crudos del procesado de conservas de filete y graded de *Colossoma macropomum* (Gamitana) por el método de prensado”. [La *Colossoma macropomum*, conocido también, como, cachama, cherna, tambaquí o pacú negro, es un pez originario de la cuenca del Orinoco y de la Amazonía].

El objetivo principal de la investigación, fue obtener harina de pescado, mediante un diseño experimental adecuado, por el método de prensado.

La metodología empleada consistió en que, a partir de la materia prima, se procede a la cocción a vapor, prensado 1, secado, prensado 2, molienda, envasado, que finalmente, se obtiene la harina de pescado.

La investigación refiere que, en la etapa del secado, existe el peligro de quemar la superficie de las partículas, es decir, que el peligro de producir malos olores a la harina de pescado es muy grande, lo cual perjudica la calidad del producto, y, molesta a la población circundante que rodea la planta productiva

Una de las conclusiones, de los malos olores, es que, los gases que salen del secador, son los que presentan malos olores, “olor característico a harina de pescado”.

Estudio de los efluentes.

(Monterroso, 2011) analiza los efluentes del procesamiento de la harina de pota, y su posterior valor agregado, en su investigación, denominada: “Estudio de los efluentes del procesamiento de pota en Piura y su potencial uso como fertilizante”.

La investigación, se basa en la preocupación, debido a que esta actividad [producción] produjo el incremento de centros artesanales que operaban de manera informal a las afueras de la ciudad de Paita, sin control municipal, ni legislativo.

El objetivo del estudio, fue, analizar el sistema de tratamiento de efluentes, y su posterior disposición, dentro del sistema productivo, al obtener la harina de pota.

La metodología empleada para la producción de harina de pota, presentó la siguiente secuencia: recepción de la materia prima (pota), almacenamiento de materia prima, cocción, pre-strainer [filtrado], prensado, rompequeque, secado, molienda, enfriamiento, ensaque, y, almacenamiento.

La investigación suscribe que, los olores son producidos por compuestos volátiles o gaseosas (como H₂S, etc.), debido a materia orgánica en descomposición o productos químicos generados en la industria y tratamiento de aguas residuales.

Como una de las conclusiones, respecto de los efluentes y los malos olores, fue que, los análisis físico-químicos de los efluentes de pota muestran valores altos de materia orgánica, microbiana, de cloruros particularmente de sodio y de varios metales pesados; generando malos olores, sean de valores superiores, respecto de los pescados.

Propuesta de gestión ambiental.

(Paredes, 2004) realizó una investigación sobre la contaminación de las aguas, denominada: “Propuesta de un sistema de gestión ambiental para la fábrica UCISA, basada en la Norma ISO 14001”.

El objetivo de la investigación, fue proponer los lineamientos de gestión ambiental, orientados a un futuro establecimiento de la política ambiental en la empresa; un sistema acorde a todas las operaciones que se realizaban en el área de producción.

La metodología a aplicar en el modelo de gestión, es la metodología de la Norma ISO 14001, la misma que, le permitirá identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, dentro de la organización, con la finalidad de implementar un Sistema de Gestión Ambiental.

En la identificación de riesgos ambientales, se determina que, en la producción, se determina la concentración de malos olores durante la emanación de los gases.

La conclusión a la cual recalcan, es que los directivos de la entidad, y el personal en general, desconocen de los temas ambientales, referidos a gestión ambiental, definición de políticas, objetivos y metas ambientales, así como, planificación del Sistema de Gestión Ambiental.

Contaminación de las aguas costeras.

(Cabrera, 2002) realizó una investigación sobre contaminación de aguas, titulada: “Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay”.

La investigación realizada en la Bahía de Chancay, departamento de Lima, ha sido vista con preocupación, a efecto de los problemas de contaminación marina que generan las actividades productivas, en especial la actividad pesquera.

El objetivo principal de la investigación, fue, comparar la magnitud y el impacto de la contaminación en las aguas costeras de la bahía de Chancay, durante períodos con o sin veda.

La metodología consistió, en la primera etapa realizar el análisis ambiental, el cual permitió analizar los subsistemas físicos natural y socioeconómico y los

principales problemas ambientales en el área de estudio. En una segunda etapa, consistió en la evaluación y valoración de impactos ambientales generados por la actividad industrial pesquera.

La evaluación ambiental en la zona de estudio, refiere que, en el ambiente físico, los elementos susceptibles de ser potencialmente impactados incluyeron: el aire, por la emisión de gases, finos de harina y partículas en suspensión producidas en la operación de secado, los malos olores y las emisiones del proceso de combustión.

La investigación, como una de sus conclusiones, refiere que, durante las etapas de procesamiento industrial pesquero, los nutrientes disueltos presentes en el agua están a una tasa tal que el oxígeno disuelto se gasta más rápidamente de lo que se puede reponer y el agua se desoxigena. En este caso ningún organismo aeróbico obligado, desde los microorganismos hasta los peces, podrán sobrevivir en el agua. Al cesar los rápidos procesos de purificación, los contaminantes orgánicos se acumulan en el agua y se producen procesos anaeróbicos con presencia de bacterias anaeróbicas obligadas que producen sulfuro de hidrógeno con olores desagradables, lo cual es un peligro para la salud de todas las personas.

1.3 Formulación del Problema

Los subproductos de la preparación del pescado suelen ser muy perecederos, por lo que deben conservarse inmediatamente después de su elaboración. Pese a ello, los establecimientos de preparación de pescado de muchos países en desarrollo son de tamaño medio o pequeño, con lo que puede que carezcan de instalaciones para conservar los pequeños volúmenes de subproductos generados. Así pues, puede que no sean rentables las inversiones en este ámbito desde el punto de vista de las finanzas, la infraestructura y los recursos humanos (FAO; 2014).

Cuando los subproductos se destinan al consumo humano, deben manipularse y elaborarse respetando sistemas basados en buenas prácticas de higiene, buenas prácticas de fabricación y una gestión de la inocuidad fundada en el análisis de peligros y de puntos críticos de control.

El mar entrega recursos mediante el uso de diferentes tecnologías de pesca:

- arte de pesca,
- hidroacústica,
- sensoramiento remoto.

Empleando las dos últimas tecnologías para la pesca industrial, cada una con su propio know-how, y nos permitan obtener los recursos marinos, que, para la presente investigación, se centrará en el pescado.

Del pescado, se pueden obtener diferentes subproductos, cada uno con diversos usos potenciales en los distintos componentes que la constituyen, entre ellos se puede mencionar:

- harina de pescado,
- aceite de pescado,
- colágeno,
- gelatina,
- ácido graso Omega 3.

La harina de pescado es un producto obtenido por transformación de pescado entero o de sus partes y su valor comercial, está en función al contenido de proteína.

Las pesqueras y fábricas de harina de pescado, han provocado problemas de olores en el litoral, siendo la principal causa del problema de mal olor que generan estas industrias, es por la frescura de la materia prima (Ecotec, 2013).

Los malos olores de la harina de pescado se derivan principalmente de la descomposición bacteriana y enzimática del pescado crudo y de productos de reacción durante las operaciones de desecación.

Estos malos olores no sólo que contaminan el ambiente, sino que, el poblador circundante a las plantas pesqueras tiene que soportarlos, por cuanto no tiene otra alternativa, que la de convivir con ello.

Uno de estos compuestos volátiles puede ser la trimetilamina (TMA) derivada de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA). La TMA tiene un *olor a pescado* muy característico (FAO, 2016).

La TMA, trimetilamina, es un compuesto orgánico que tiene como fórmula $N(CH_3)_3$. Es una amina terciaria. Es un gas con olor a “pescado”

El OTMA; óxido de Trimetilamina, es un compuesto orgánico de la clase de aminas con fórmula $(CH_3)_3NO$. Es sólido incoloro

Después de haber descrito la realidad problemática, se procedió a plantear el problema general y los problemas específicos:

- **Problema general.**

La desodorización (eliminar los malos olores) es un problema que se presenta en todas las industrias harineras de pescado.

La presente investigación, responderá la siguiente pregunta:

¿De qué manera se puede desodorizar la harina de pescado en su proceso productivo?

- **Problemas Específicos.**

Asimismo, se plantearon las siguientes preguntas específicas:

- ¿Cuál es el contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado?
- ¿Se puede determinar la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada?

- ¿En cuánto disminuye el olor característico de la harina de pescado, después de desodorizarla en su proceso productivo?

1.4 Antecedentes

Desde sus orígenes el hombre se ha servido del mar y sus recursos para su alimentación y comercio. De entre todos ellos destacan por su importancia el pescado y los mariscos como principal recurso alimenticio y que cumplen con la finalidad de actuar como fuentes de proteínas para el hombre, y en forma complementaria, para uso en alimentación animal, para la elaboración de alimento balanceado, siempre y cuando se encuentren en condiciones adecuadas de frescura y calidad al ser consumidos o procesados (Durazo, 2012).

Los productos de la pesca presentan la propiedad de ser muy perecederos, esto se asocia principalmente a su composición intrínseca, características biológicas y condiciones del medio ambiente; así mismo, factores como tipo de manipulación, forma y condiciones de almacenado se relacionan estrechamente con su capacidad de conservación.

A través de la historia, se ha podido apreciar el profundo lazo que une a los peruanos con el Mar de Grau, la gran relación que existe entre ambos actores, que va desde los primeros pobladores del Perú, hace 10 mil años, hasta la industria pesquera y el comercio marítimo de nuestros días, que se han convertido en las piedras angulares de nuestro desarrollo (López, 2009)

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

1.5 Justificación de la investigación.

A continuación, se enumera las razones por las cuales se desarrolló la presente investigación:

Teórica: El desarrollo de la presente investigación, demuestra que el método de inactivación química, puede desodorizar la harina de pescado en su proceso productivo; permitiendo así, disminuir los malos olores de la harina de pescado.

Práctica: El desarrollo de la investigación explica que se puede implementar un método de inactivación química, que pueda desodorizar la harina de pescado en su proceso productivo; permitiendo así, demostrar su aplicabilidad pragmática.

Metodológica: La presente investigación ensaya una secuencia metodológica, y a través de la observación y medición, comparación y contrastación de resultados, recolección y análisis de valores tomados, en un método de inactivación química; desodoriza la harina de pescado en su proceso productivo.

Social: El desarrollo de la presente investigación permite disminuir los olores característicos de la harina de pescado, mediante un método de inactivación química, y, en consecuencia, producir el bienestar de los pobladores en la zona circundante de las plantas pesqueras.

Importancia de la investigación.

A continuación, se enumera las razones de importancia, de la presente investigación:

Aporte a la ciencia: La investigación realizada, permite explicar cómo un método de inactivación química para la desodorización de la harina de pescado en su proceso productivo, puede mejorar el valor nutritivo de la harina de pescado.

Aporte a la tecnología: El ensayo de la investigación, desarrolla un método de inactivación química para desodorizar la harina de pescado en su sistema productivo, el cual, permite mitigar la contaminación ambiental en las zonas circundantes de las plantas pesqueras.

1.6 Limitaciones de la Investigación.

En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

Se realizó, sólo durante las temporadas de pesca: la producción de harina de pescado es un proceso estacionario, debido a que el Estado declara las vedas, que son la prohibición temporal de pescar, que se establece con el fin de proteger a las especies de peces durante su época y lugares de reproducción, en consecuencia, sólo es posible pescar durante las temporadas de pesca que varía dependiendo de la especie y zona de pesca; en tal sentido, el desarrollo de la presente investigación, se desarrolló sólo durante la temporada de pesca.

Limitación en el tiempo de los entrevistados: La producción de harina de pescado es un proceso industrial, se realiza en una planta de producción de harina de pescado, instaladas sólo en el litoral peruano, su jornada laboral es en tres turnos, es decir, se trabaja durante las 24 horas del día, debido a que es un proceso continuo; en tal sentido, el personal que labora en dicho proceso productivo (ingenieros y operarios), tenían poca disponibilidad de tiempo para poder participar en entrevistas especializadas en el tema productivo, las cuales, permitieron obtener información relacionada con el tema central de la investigación, superándose el impase, con entrevistas pre concertadas.

Reserva de la información.

El autor de la presente tesis, realizó la investigación en tres empresas pesqueras, productoras de harina de pescado.

Las empresas productoras de harina de pescado, brindaron la información necesaria, desde las estadísticas de la información, en todo el sistema productivo, hasta, los tiempos de permanencia del producto en los almacenes de las mismas, reservándose la información referente a los clientes.

De igual forma, brindaron las instalaciones de planta para realizar las pruebas de campo de la investigación propiamente dicha, así como, las instalaciones de laboratorio, para realizar los análisis químicos respectivos y demás pruebas.

El compromiso asumido por el investigador, ha sido el de proteger y mantener en secreto la información respecto de la razón social, y la de sus funcionarios y directivos.

De igual forma, el investigador de la tesis, se ha comprometido a conservar y mantener de manera estrictamente confidencial y no revelarla a terceros, toda información referente a los planos a detalle, de alguna construcción adicional, al sistema productivo, de ser el caso.

Delimitación de la investigación

Delimitación espacial: La presente investigación se llevó cabo desde en tres pesqueras ubicadas en el litoral peruano.

Delimitación temporal: El período de estudio consideró desde el año 2014 al 2016.

1.7 Objetivos

- **Objetivo general.**

Desodorizar la harina de pescado durante su proceso productivo utilizando el método de inactivación química.

- **Objetivos específicos.**

Asimismo, los objetivos específicos establecidos fueron:

- Disminuir el contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado, después de desodorizarla en su proceso productivo.
- Determinar la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.
- Cuantificar la disminución del olor característico de la harina de pescado, después de desodorizarla en su proceso productivo.

1.8 Hipótesis

- **Hipótesis principal.**

Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir los malos olores.

- **Hipótesis secundarias.**

- Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir el contenido de trimetilamina (TMA).
- Se determina la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.
- Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir el olor característico.

II. Marco teórico

2.1 El mar peruano

2.1.1. Generalidades del mar peruano.

El Mar Peruano o Mar de Grau, forma parte del Océano Pacífico y se encuentra situado en la parte occidental del Perú, bañando las costas del Perú. Abarca un territorio que comprende desde las fronteras con el mar de Ecuador en el paralelo de Boca de Capones, en Tumbes, hasta la altura de la línea de la Concordia en Tacna, en el paralelo del Hito N° 1.

El mar tiene una amplitud de 200 millas marinas, y es de la misma forma que el litoral peruano. Es considerado como una cuarta Región geográfica con un área total de 617.500 Km² aproximadamente y en cuya zona el Perú también ejerce su soberanía.



Figura 1: Mapa del dominio marítimo del Perú

Fuente: PCM (2015).

Es uno de los más ricos del planeta. Sus aguas albergan una altísima densidad de biomasa, en especial anchoveta y sardina, especies fundamentales para catalogar a nuestro mar como fuente importante de proteínas y de alta productividad pesquera. Más del 30 % de la pesca mundial de la anchoveta se realiza en las costas del Perú.

2.1.2. Características del mar peruano.

- Temperatura.

Las aguas del mar peruano, por encontrarse cerca de la línea ecuatorial, deberían ser cálidas y de naturaleza tropical, con temperaturas media de 23° a 24°. Sin embargo, ello no sucede porque hay agentes, como las corrientes frías, que la modifican.

Tan sólo en la zona norte, entre Tumbes y Piura, se da la tropicalidad calidad de las aguas, en tanto que la zona central y sur la temperatura es fría, fluctuando entre los 17 °C a 19 °C, por influencia de la corriente de Humboldt y por el fenómeno del afloramiento de aguas frías profundas.

- Salinidad.

Es la cantidad de sales que contienen las aguas marinas por cada litro de ellas. En el caso del mar peruano, se dan entre 34 a 35 g, siendo de mayor porcentaje en las aguas del norte que en las del sur.

- Color.

Varía de un color verdoso, cerca de la costa, debido a las algas y sustancias microscópicas que arrastra (planckton), a un color azul oscuro lejos del litoral. En la costa tumbesina también se da, a veces, un color azul-plomizo por la fuerte descarga de los ríos y por las precipitaciones que se dan en esta zona.

- Tranquilidad de sus aguas.

Sus aguas permanecen tranquilas la mayor parte del año con olas que presentan alturas de 2 a 3 m, sólo en caso de alta marea, pueden llegar de 6 a 7 m de alto.

2.1.3. Extensión del mar peruano.

La línea costera del Perú tiene 3079,50 km, desde el límite con Ecuador en el talweg (línea que marca la parte más honda de un valle, y es el camino por el que discurren las aguas de las corrientes naturales) de la Boca de Capones, según el Protocolo de Paz, Amistad y Límites de Río de Janeiro del 29 de enero de 1942 hasta el límite con Chile en el punto que la frontera terrestre llega al mar, según el Tratado de Lima, del 3 de junio de 1929. Su amplitud es de 200 millas.

2.1.4. Límites del mar peruano.

Por el norte: el año 2011 se formalizó mediante el intercambio de notas diplomáticas idénticas, donde se describió por primera vez, de manera detallada las coordenadas y representaciones gráficas de la frontera marítima entre ambos países.

Por el este: el litoral peruano 3.080 km.

Por el oeste: la línea imaginaria paralela distante 200 millas (371 km) del litoral.

Por el sur: con Chile, Hito número 1, dada por la sentencia del 27 de enero de 2014 de la disputa de la frontera marítima entre Perú y Chile.

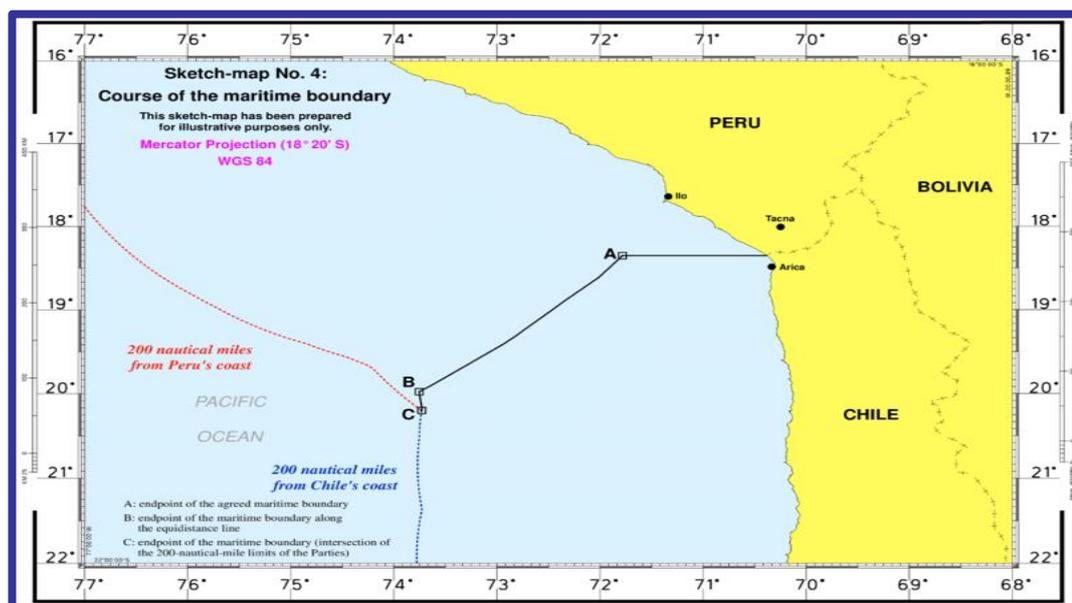


Figura 2: Frontera sur del mar peruano

Fuente: Corte Interamericana de Justicia (2014).

2.1.5. Regiones del mar peruano.

En el mar peruano se distinguen geográficamente dos regiones bien diferenciadas: la región central, meridional y la región septentrional.

Región septentrional.

Se localiza ente Boca de Capones y la Península de Illescas (ubicado en la provincia de Sechura, departamento de Piura).

Se caracteriza por la temperatura calidad de sus aguas, el color azulino o azul-plomizo, que presentan y su mayor grado de salinidad que alcanza a 35 gr/L, debido a la fuerte radiación y evaporación de las aguas, por la tropicalidad del lugar.

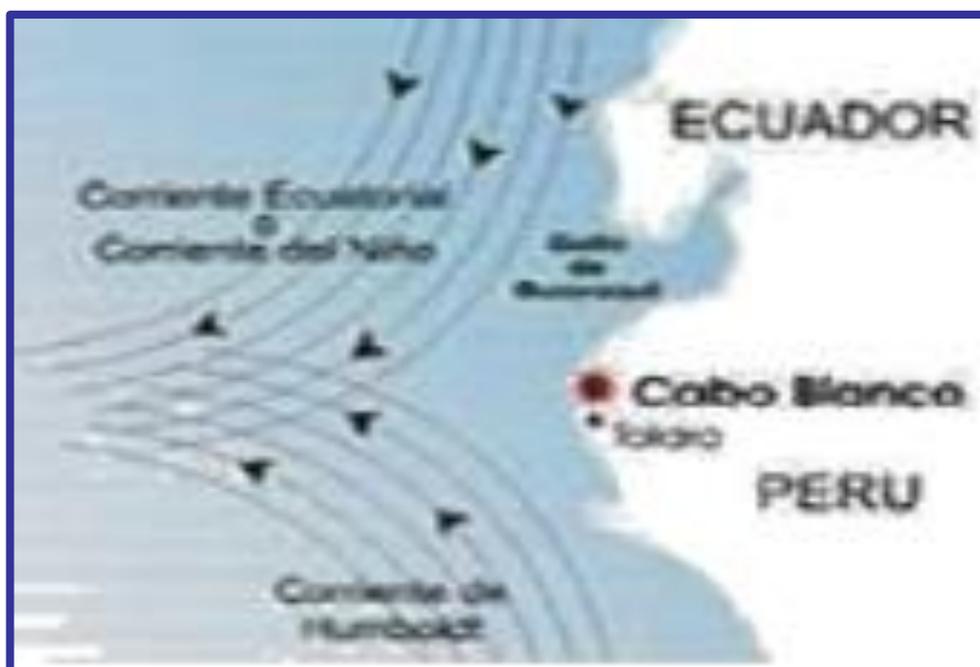


Figura 3: Región Septentrional

Fuente: IMARPE (2015).

Región central - meridional.

Desde Illescas hasta la frontera con Chile, las aguas del mar presentan una temperatura de (17 a 18°) por la influencia de la Corriente Peruana de Humboldt y por el afloramiento, son totalmente de color verdoso y su grado de salinidad es de 34 g/L en promedio en todo el litoral.

Es el área en donde radica, básicamente, nuestra riqueza hidrobiológica representada por gran variedad de peces, algas y moluscos.



Figura 4: Región Meridional
Fuente: IMARPE (2015).

2.1.6. Relieves del mar peruano.

El mar peruano se encuentra sobre el fondo de un relieve muy variado. Presenta montañas (dorsales), abismos (fosas), etc.

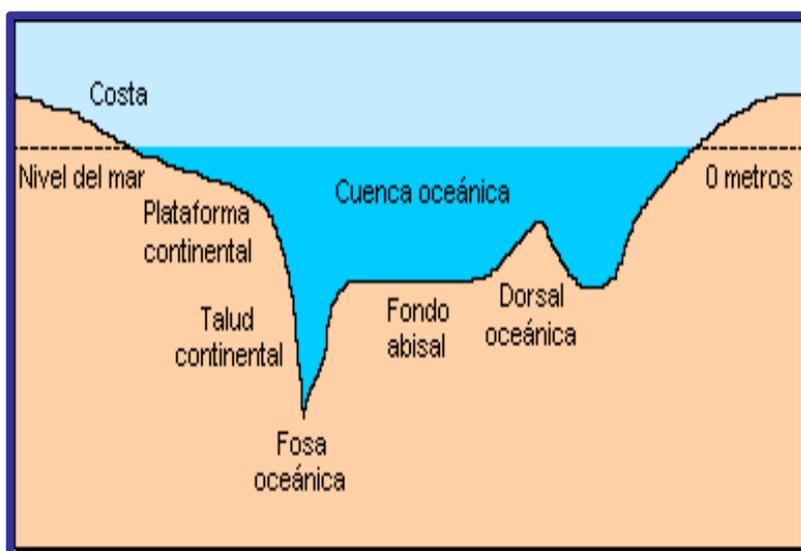


Figura 5: Relieves del mar peruano
Fuente: IMARPE (2015).

Zócalo continental.

Zócalo continental: Parte del territorio continental, se extiende desde la orilla hasta los 200 m de profundidad. En esta área del fondo marino es donde se desarrolla el Plancton (conjunto de microorganismos vegetales *fitoplancton* y animales *zooplancton*), por eso viven ahí gran cantidad de peces. Hay mayor cantidad de radiación solar.

Talud continental.

Continuación del zócalo, es un declive brusco hacia las profundidades marinas; pendiente que aumenta hasta los 4.000 m; llegando hasta las fosas marinas.

Fosas marinas.

Son grandes aberturas profundas ubicadas en el fondo del relieve marino (su máxima profundidad es de 6.768 m - frente a Lima). Se distingue dos sectores:

- Fosa central: Desde la península de Illescas hasta la provincia de Ica.
- Fosa meridional: Recibe el nombre de “Fosa de Arica” desde Nazca hasta Tacna.

Fondo oceánico.

Conformado por los territorios que se extiende más allá de las fosas pero que tienen menos profundidades. En esta parte de los fondos oceánicos se producen los accidentes morfológicos de los continentes llanuras, mesetas, islas, etc.

2.1.7. Importancia del mar peruano.

Anderson (2014), sostiene que la importancia del mar peruano, debe gran parte de su relevancia al hecho de ser una fuente de alimentación de gran aporte. En efecto, el mismo, alberga especies que desarrollan copiosamente que desarrollan copiosamente, generando una actividad económica centrada en la pesca. Esta circunstancia se debe en buena medida el hecho de que en la zona se encuentran

corrientes marinas [masas de agua con desplazamientos propios dentro de los océanos con profundidades diversas y con direcciones -Heck-, pueden ser consideradas como “ríos dentro del océano”] de distinta temperatura. Por otro lado, tiene características especiales que sirven de facilitadores para el desarrollo de fitoplancton [conjunto de organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad de fotosíntesis, y que viven dispersos en el agua], responsables de la fotosíntesis [proceso químico que tiene lugar en las plantas con clorofila y que permite, gracias a la energía de la luz, transformar un sustrato inorgánico en materia orgánica rica en energía].

El comercio marítimo necesita desarrollar una industria de cabotaje nacional; aprovechar los recursos hidrobiológicos y especies marinas para impulsar la biotecnología; así como aprovechar el avance científico para desarrollar las actividades de acuicultura y pesca sostenible (Anderson, 2014).

En síntesis, el mar peruano es importante, por su fuente de riquezas hidrobiológicas, permite el comercio y la navegación, de sus fondos se extrae petróleo (zócalo), actúa como regulador térmico, es modelador del litoral marino.



Figura 6: Pescadores en su faena diaria

Fuente: IMARPE (2015).

2.1.8. Riquezas del mar peruano.

El mar peruano es uno de los más ricos del planeta. Sus aguas albergan una altísima densidad de biomasa, en especial anchoveta y sardina, especies fundamentales para catalogar a nuestro mar como fuente importante de proteínas y de alta productividad pesquera. Se han logrado identificar aproximadamente 1.070 especies de peces, 11.700 de moluscos, 464 de crustáceos, 3 mamíferos y 30 cetáceos. Pese a su riqueza e importancia, está amenazado por diversos factores.

Nuestro mar ofrece una gran gama de especies marinas que saboreamos y utilizamos como materia prima en diversas actividades industriales. Sus aguas, en alianza con nuestra geografía, nos brindan sitios de ensueño para tomar ese baño de sol tan necesario y reparador. Así también, determinan gran parte del clima de nuestro país e indirectamente nuestra gran biodiversidad. Ahora que ya pasó el verano, y que nos alejamos de él, conozcamos algunas de sus características y amenazas.

Existen dos ecorregiones bien diferenciadas: el mar frío de la Corriente Peruana, que se extiende desde los 5° latitud sur (a la altura de la Península Bayóvar en Piura) hasta el límite con Chile; y el mar tropical, de aguas más calientes, que va desde los 5° latitud sur hasta la frontera norte del país.

La Corriente Peruana, también conocida como la Corriente de Humboldt [o Corriente del Perú o Corriente Peruana, es una corriente oceánica, originada por el ascenso de aguas profundas, y, por lo tanto, muy frías, que se produce en las costas occidentales de América del Sur], es de aguas frías y abarca la zona oriental de la Corriente del Pacífico Sur [a veces llamada la Derivada del Pacífico Norte, es una lenta corriente cálida que fluye de Oeste a Este entre el paralelo 40 y el paralelo 50 en el Océano Pacífico]. Se desplaza paralelamente a toda la costa de sur a norte. Su importancia radica en poseer las condiciones necesarias, tales como la alta salinidad y

el alto contenido de oxígeno y dióxido de carbono para la existencia de una gran diversidad de especies marinas.

En síntesis, la riqueza del mar peruano es porque posee fauna marina, petróleo, gas, minerales, y recursos hidrobiológicos.



Figura 7: Riqueza del mar peruano

Fuente: IMARPE (2015).

2.2 La acuicultura

2.2.1. Situación mundial de la acuicultura.

Situación mundial al 2006.

Al 2006, la acuicultura se estaba desarrollando, expandiendo e intensificando en casi todas las regiones del mundo, excepto en África subsahariana.

La demanda de la población global por productos alimentarios acuáticos estaba aumentando, la producción de las pesquerías de captura se había nivelado y la mayoría de las principales áreas de pesca habían alcanzado su potencial máximo; en

consecuencia, al abastecimiento sostenido de pescado desde las pesquerías de captura, no habría sido capaz de satisfacer la demanda global por alimento acuáticos *de aquel entonces* (FAO, 2007).

Situación mundial al 2014.

Al 2014, la pesca y la acuicultura son una fuente no solo de salud, sino también de riqueza. El empleo en el sector ha crecido más rápido que la población mundial. El sector da empleo a decenas de millones de personas y es la base de los medios de vida de cientos de millones más.

El pescado sigue siendo uno de los productos más comercializados en todo el mundo. Es especialmente importante para los países en desarrollo, pues en ocasiones tiene un valor que asciende a la mitad del total de los productos que dichos países comercializan (FAO, 2014).

2.2.2. Situación nacional de la acuicultura.

Situación nacional al 2007.

El Ministerio de la Producción (MINPRO), sostiene que al 2007, la acuicultura en nuestro país tenía un escaso nivel de desarrollo, comparado con otros países de la región y está orientada al cultivo de pocas especies. Al primer semestre de 2008 el 82,91% del área otorgada (19.110,06 Ha) corresponde a la actividad acuícola marina y 17,09 % (3.938,93 Ha) a la actividad acuícola continental.

Los cultivos más desarrollados son los de concha de abanico y langostino, cuyas producciones son destinadas principalmente a la exportación. Asimismo, el cultivo de trucha se desarrolla en las zonas alto andinas y está dirigido tanto al mercado local como al de exportación.

Otras especies cultivadas en zonas tropicales son peces nativos (Gamitana, Paco y Boquichico), y su producción se orienta al mercado local. Finalmente, la tilapia es

cultivada en selva alta (San Martín) para consumo local y en la costa norte del país, para mercado interno y para exportación.

La Actividad de acuicultura en el Perú se ha venido incrementando en los últimos años, a finales del año 2000, se contaba con 1.115 derechos otorgados en 10.809 hectáreas de espejo de agua vigentes, al primer semestre de 2008 existen 3.172 derechos de acuicultura en 23.048,99 hectáreas de espejo de agua, lo cual señala que la actividad de acuicultura se está convirtiendo en una alternativa de desarrollo para la población (MINPRO, 2008).

Plan nacional de desarrollo acuícola, 2010-2021.

El MINPRO (2010) mediante el Decreto Supremo N° 001-2010-PRODUCE se aprobó el Plan Nacional de Desarrollo Acuícola (PNDA) considerado como política del Ministerio de Producción para el desarrollo sostenible de la acuicultura en el Perú, debiendo los organismos públicos especializados y ejecutores del Ministerio de la Producción, los Gobiernos Regionales y otras dependencias públicas que desarrollen la acuicultura, adecuar sus planes y acciones referidos a dicha actividad

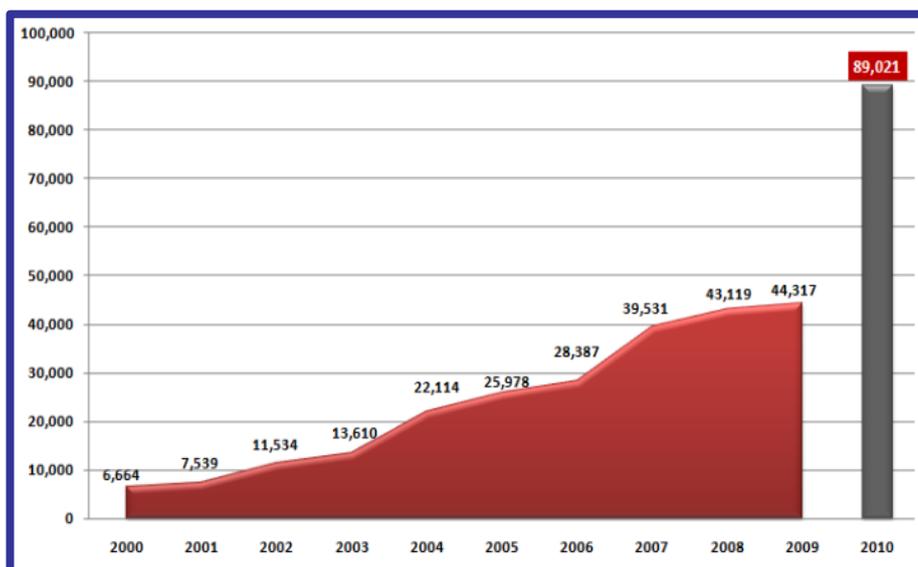


Figura 8: Evolución de la acuicultura peruana (TM)

Fuente: MINPRO (2011). Informe: Panorama de la acuicultura mundial, América Latina y el Caribe en el Perú". Elaboración: Propia.

El Ministerio de la Producción, a través del Despacho Viceministerial de Pesquería y su Dirección General de Acuicultura, son los responsables de la implementación, control y monitoreo del PNDA.

Situación nacional al 2014.



Figura 9: Zonas con mayor actividad acuícola

Fuente: MINPRO (2010). Informe: Panorama de la acuicultura mundial, América Latina y el Caribe en el Perú". Elaboración: Propia.

La acuicultura es algo muy reciente en el Perú, y por otro lado en los últimos 20 a 30 años ha despegado la acuicultura en muchos otros sitios porque se han dado las condiciones ambientales paso al desarrollo de ciertas especies, cosa que no se dio en el Perú. La acuicultura es algo muy reciente en el Perú, y por otro lado en los últimos 20 a 30 años ha despegado la acuicultura en muchos otros sitios porque se han dado las condiciones ambientales paso al desarrollo de ciertas especies, cosa que no se dio en el Perú. Se han venido desarrollando otras especies emergentes de manera muy importante en el Perú como es el caso de la concha de abanico que ha tenido un despegue muy importante a partir de que la tecnología (Flores, 2014).

2.3 Tecnologías de pesca

La tecnología de pesca está en función al tipo de pesca: [1] Pesca industrial. [2] pesca artesanal. En nuestro caso, para la presente investigación.

Tipos de pesca:

- pesca industrial, de gran escala,
- pesca industrial, de menor escala.

Tecnologías de pesca: la tecnología de la captura de peces comprende el proceso de captura de cualquier animal acuático utilizando cualquier clase de métodos de pesca, generalmente desde una embarcación (FAO, 2016).

El Instituto del mar del Perú -IMARPE, Considera tres tecnologías para la pesca (IMARPE, 2016):

- artes de pesca,
- hidroacústica,
- sensoramiento remoto.

2.3.1. Arte de pesca.

También conocido como pesca artesanal, es un tipo de actividad pesquera que utiliza técnicas tradicionales con poco desarrollo tecnológico (Wikipedia, 2016).

La pesca artesanal, es definida, como una actividad pesquera que utiliza las técnicas tradicionales con escaso desarrollo tecnológico. En ella se observan embarcaciones de menor calado a lo largo del litoral y que navegan a no más de 12 millas de distancia desde la costa hacia el mar territorial. Esta pesca se mantiene en regiones poco desarrolladas donde la producción es escasa y se emplea para el autoconsumo. El excedente se destina para la venta en un mercado o terminal pesquero

La practican pequeños barcos en zonas costeras a no más de 10 millas de distancia, dentro de lo que se llama mar territorial (IMARPE, 2016).

Se mantiene en regiones poco desarrolladas donde la producción es escasa y sirve básicamente para el autoconsumo; y sólo una pequeña parte se destina al mercado.

Para esta actividad se utilizan botes a remo o a motor, o las chalanas o boniteras cuya capacidad de bodega no excede los 10 m³, se capturan especies pelágicas y demersales, además, de mariscos, moluscos y crustáceos (Medicina, 2014).

La FAO, ha adoptado un sistema unificado *Standard Statistical Classification of Fishing Gears* (ISSCFG), [traducido es Clasificación Estadística Internacional Uniforme del equipo de pesca] de acuerdo al equipo de pesca empleado, donde cada categoría de arte de pesca tiene un único código ISSCFG (Salazar *et. al.*, 2015).

La escasa infraestructura para la captura, almacenamiento, conservación en frío, el reducido financiamiento para los bienes de capital en equipamiento y aparejos requeridos para cada embarcación del tipo artesanal, así como el bajo grado de instrucción de las personas dedicadas a esta actividad, hacen que el sector muy vulnerable y de baja competitividad (Medicina, 2014).



Figura 10: Método del arte de pesca

Fuente: IMARPE (2015).

2.3.2. Hidroacústica.

También conocido como la acústica submarina, es la propagación del estudio de sonido en el agua y la interacción de las ondas mecánicas que constituyen sonido con agua y sus límites. El agua puede estar en un océano, lago o embalse. [Hertz (Hz), es la unidad de medida de la frecuencia (en el Sistema Internacional -SI) de un suceso o fenómeno repetido una vez por segundo. Así, un fenómeno con una frecuencia de dos Hz, se repite dos veces por segundo]. Frecuencias típicas asociadas con la acústica submarina son entre 10 Hz y 1 MHz. La propagación del sonido en el océano frecuencias más bajas que 10 Hz, generalmente no es posible sin penetración profunda en el lecho del mar, mientras que por encima de 1 MHz se utilizan raramente debido a que se absorben muy rápidamente. La acústica bajo el agua a veces se conoce como hidroacústica (Labarca, 2016).

El campo de la acústica submarina está estrechamente relacionado con una serie de otros campos de estudio acústica, incluyendo el sonar, la transducción, procesamiento de la señal acústica, acústica oceanográfica, bioacústica y física.

La hidroacústica digital con haz vertical y horizontal, es un método que permite una evaluación censal de la ictiofauna de embalses; esta tecnología, ha permitido constatar carencias y puntos débiles de los métodos vigentes, que conllevan a unos márgenes de error excesivos (Monteoliva y Schneider, 2005).

2.3.3. Sensoramiento remoto.

El IMARPE, tiene un área Funcional de Sensoramiento Remoto (AFSR) se encarga de realizar investigaciones y aplicaciones a través del uso de la Tecnología Satelital, utilizando herramientas de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) y Sistemas de Información Geográfica (SIG) (IMARPE, 2016).

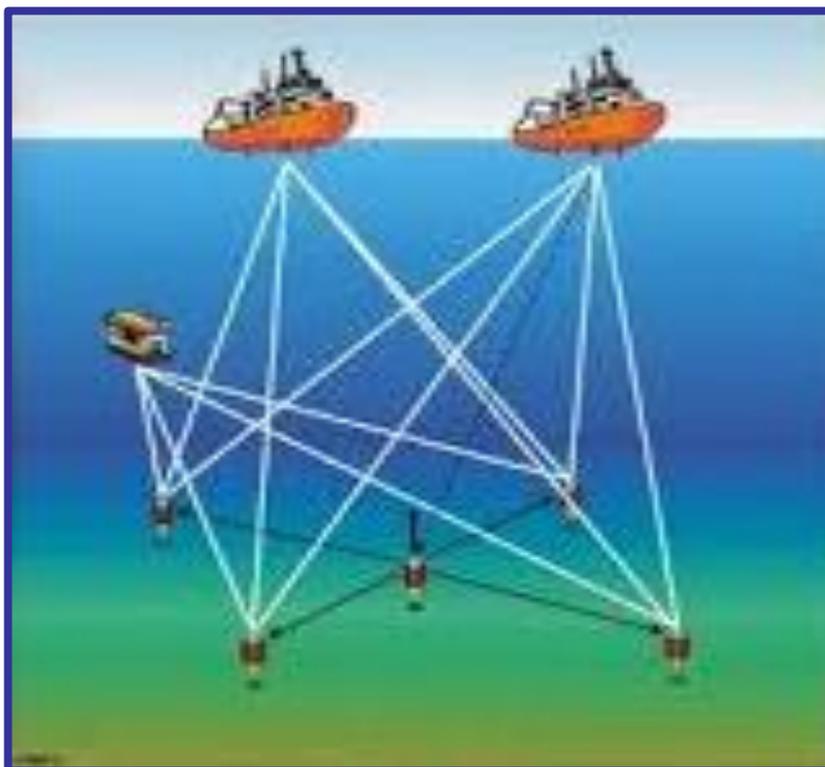


Figura 11: Método de la hidroacústica

Fuente: Lurton (2012). An introduction to underwater acoustics. Principles and applications".

Su ámbito de investigación está enfocado principalmente en la recepción, procesamiento y el análisis de imágenes satelitales para el conocimiento de las condiciones ambientales del Mar Peruano en tiempo real.

Asimismo, el monitoreo de la dinámica de la flota pesquera industrial y artesanal mediante el Sistema de Seguimiento Satelital (SISESAT), e integrar ambas fuentes de información para describir la variabilidad de los recursos pesqueros en relación a su ambiente.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), sensores remotos y mapeo tienen un papel que jugar en todos los aspectos geográficos y espaciales del desarrollo y gestión de la acuicultura marina. Los sensores satelitales, aéreos, terrestres y submarinos adquieren muchos de los datos relacionados, especialmente sobre

temperatura, velocidad de corrientes, altura de olas, concentración de clorofila y uso de aguas y tierras. Los SIG se utilizan para manipular y analizar datos espaciales y propiedades de los datos procedentes de las distintas fuentes. También se utilizan para producir reportes en formato de mapas, bases de datos y textos que faciliten los procesos de toma de decisiones (McDaid y Aguilar-Manjarrez, 2009).



Figura 12: Método del sensoramiento remoto

Fuente: IMARPE (2015).

2.4 Subproductos del pescado

Existen diversos usos potenciales de los distintos componentes que constituyen el pescado que no pertenecen a las partes comestibles empleadas en los circuitos comerciales más habituales (CECOPESCA, 2012).

A continuación, se mostrarán los usos potenciales que, en función del conocimiento científico actual, pueden presentar algunos subproductos de la pesca, bien por el aprovechamiento conjunto de un grupo de componentes moleculares (proteínas, aceites), o bien por el aprovechamiento de una molécula o macromolécula concreta (colágeno, ácido hialurónico).

En algún caso, la funcionalidad como tal de estos componentes no está definida, si bien, al tratarse de un producto que puede aportar mayor valor añadido que las alternativas tradicionales de transformación de los subproductos de origen, ha sido considerada su mención en esta investigación:

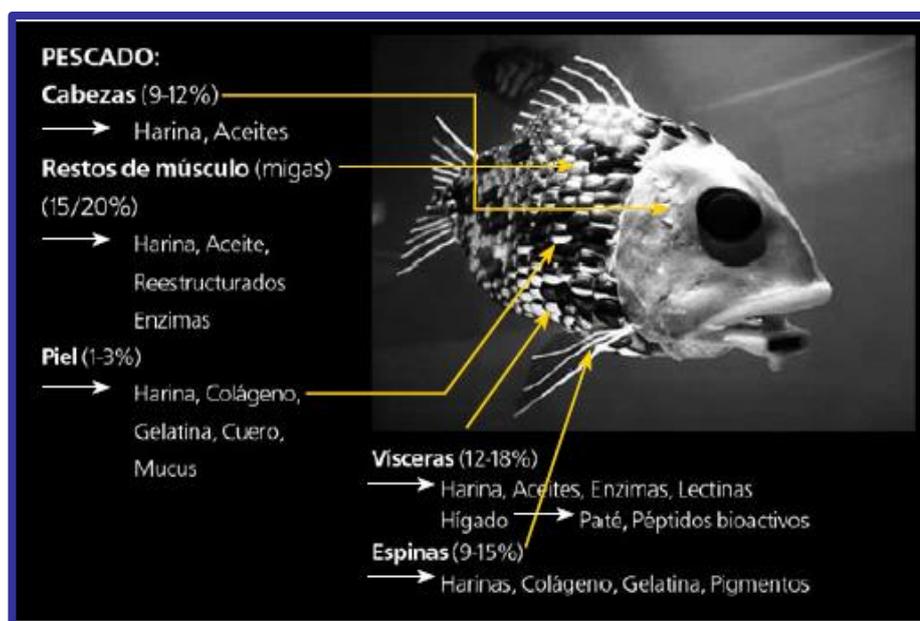


Figura 13: Subproductos del pescado

Fuente: CECOPESCA (2012).

2.4.1. Harinas y aceites de pescado.

Estos productos están dedicados a la alimentación animal,

Son obtenidos del procesamiento de pescados, eliminando su contenido de agua,

El aceite es un importante producto secundario.

2.4.2. Hidrolizados proteicos.

En la hidrólisis enzimática de proteínas hasta péptidos o aminoácidos, por acción de enzimas proteolíticas, la composición final y, por tanto, el uso de los hidrolizados dependerá principalmente de la fuente proteica, del tipo de proteasa usada, de las condiciones de hidrólisis y del grado de hidrólisis alcanzado en la reacción. Los hidrolizados se utilizan ampliamente en la tecnología alimentaria por sus propiedades

nutricionales o funcionales (solubilidad, poder emulsificante, capacidad espumante). Existen diferentes técnicas para la obtención de hidrolizados mediante enzimas y los diferentes métodos usados para el control de estos preparados (Benítez et al., 2008).

Una de las aplicaciones más importantes de los hidrolizados de proteínas es su utilización como fuente de nitrógeno en la formulación de dietas enterales con destino a la alimentación infantil y/o de adultos enfermos.

Estas dietas entéricas se diseñan para ser absorbidas en el intestino sin una digestión previa en el estómago y son esenciales en el tratamiento de pacientes con desórdenes estomacales o problemas de la mucosa intestinal, así como en lactantes con síndromes de malabsorción-malnutrición, con cuadros alérgicos en la mayoría de los casos (Guadix et al., 2003).

2.4.3. Colágeno.

El colágeno marino, es una proteína de origen animal que se extrae de la piel y escamas de peces. Dadas las propiedades idénticas del colágeno humano y el de origen animal, puede ser utilizado como complemento alimenticio por los seres humanos.

Las fibras de colágeno forman una delicada estructura de redes, de complejidad variable, según los diferentes tipos de tejido conectivo, siguiendo un patrón similar al encontrado en mamíferos. Sin embargo, el colágeno en peces es mucho más termolábil [que se altera con facilidad por la acción del calor] y contiene menos pero más lábiles entrecruzamientos que el colágeno presente en los vertebrados de sangre caliente. (De la Torre, 2013).

El colágeno tiene algunas variantes genéticas que identifican los 26 tipos de colágeno (Sato et al. 2002) designados como tipo I-tipo XXVI. Los diferentes tipos de colágenos se caracterizan por diferencias en sus propiedades físicas, debidas a sus diferencias en la secuencia de aminoácidos (Serrano, 2011).

Gracias a sus características químicas únicas, el colágeno se ha utilizado en diversos campos de la industria, tiene aplicaciones en materiales biomédicos, en la industria farmacéutica, cosmética y en alimentos (Macroestec, 2015).

Actualmente el colágeno tiene aplicaciones muy importantes en el campo de los materiales biomédicos y biomateriales.

2.4.4. Gelatina.

La gelatina es un importante biopolímero gelificante industrial, normalmente derivado de res o de cerdo (Choi y Regenstein, 2000), obtenido por un proceso ácido-básico mediante la degradación hidrolítica del colágeno, el componente principal del tejido fino conectivo animal (Giménez et al., 2005).

Es un aditivo versátil, que se utiliza en diversos procesos, entre los que se pueden mencionar la industria alimentaria, fotográfica y farmacéutica, entre otras. El interés por la gelatina de pescado ha crecido desde el surgimiento de la enfermedad de las “*vacas locas*”, principalmente en el mercado europeo (Ramírez y Velazquez, 2015).

La gelatina es una proteína de alto valor, baja en calorías, libre de colesterol y de azúcar y prácticamente no contiene materias grasas. Es fácil de digerir y el organismo humano la descompone completamente. No existe reportes de que tenga potencial alérgico (Martínez et al., 2011).

2.4.5. Ácido graso Omega 3.

La palabra lípido proviene del griego *lipos* que significa grasa. Los lípidos son un amplio grupo de compuestos, insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos. Los ácidos grasos son los principales constituyentes de los lípidos.

Los ácidos grasos omega, fueron descubiertos en 1982 por el investigador Ralph Holman, como consecuencia de un estudio sobre la dieta de los esquimales. Los ácidos grasos omega 3 son un tipo de grasa poliinsaturada esencial, se consideran esenciales

para la salud humana en vista de que no pueden ser biosintetizados por el cuerpo (Johanna Robalino, 2009).

Los ácidos grasos omega 3 son ácidos grasos esenciales que se encuentran en alta proporción en los tejidos de ciertos pescados y en algunas fuentes vegetales.

De ellos, los más importantes son el ácido Eicosapentaenoico (EPA, ácido graso omega 3, ácido graso esencial que el organismo humano no lo puede fabricar a partir de otras sustancias, es un ácido de 20 carbonos “eicosa”), y el ácido Docosahexaenoico (DHA, ácido graso omega 3, ácido graso esencial que el organismo humano no lo puede fabricar a partir de otras sustancias, es un ácido grado de 22 carbonos “docosa”), que se obtienen casi exclusivamente de fuentes marinas.

2.5 Harina de pescado

2.5.1. Definición.

Es un producto obtenido por transformación de pescado enteros o de partes de estos (residuos de la industria conservera), de los que se podrá haber extraído parte del aceite y a los que se podrán haber añadido de nuevo solubles de pescado (Sala y Barroeta, 2003).

Los productos con un contenido de proteína bruta en materia seca superior al 75% deberán denominarse “ricos en proteínas”.

2.5.2. Usos de la harina de pescado.

Las características de la harina dependen de la materia prima y del método de procesado.

La harina y el aceite de pescado conforman el 60% del alimento utilizado en los cultivos acuícolas. Es utilizada como alimento para animales ya que es una de las principales y mejores fuentes de energía y proteínas de alta calidad (Casas y Sánchez, 2009).



Figura 14: Harina de pescado

Fuente: Pesquera Austral (2015).

Se emplea como ingrediente de alimentos para aves, aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino, y animales acuáticos (camarón, pescado y otros), disminuyendo notablemente los costos de producción industrial de estos animales por su rápido crecimiento, su mejor nutrición, la mejora de la fertilidad y la notoria disminución de posibilidades de enfermedades (Wikipedia, 2016).

2.5.3. Proceso productivo de harina de pescado.

La mayoría de la harina de pescado usada en alimentación animal está elaborada por el método húmedo (dark fish meal) a partir de pescado entero, con el fin de obtener el aceite de pescado y reducir el contenido de este en la harina. Ver Figura N° 15.

Por este método, el pescado se cuece con vapor vivo a presión o vapor indirecto y posteriormente es prensado para separar la mayor parte del aceite y algo de agua.

El pescado prensado se seca entre 90 °C - 100 °C durante 1-2 horas mediante llama directa o vapor indirecto, hasta un contenido de humedad del 6% - 8%.

El residuo acuoso se concentra y puede ser vendido como solubles condensados de pescado, secados para hacer solubles secos de pescado o re combinado con el pescado prensado en el secador.

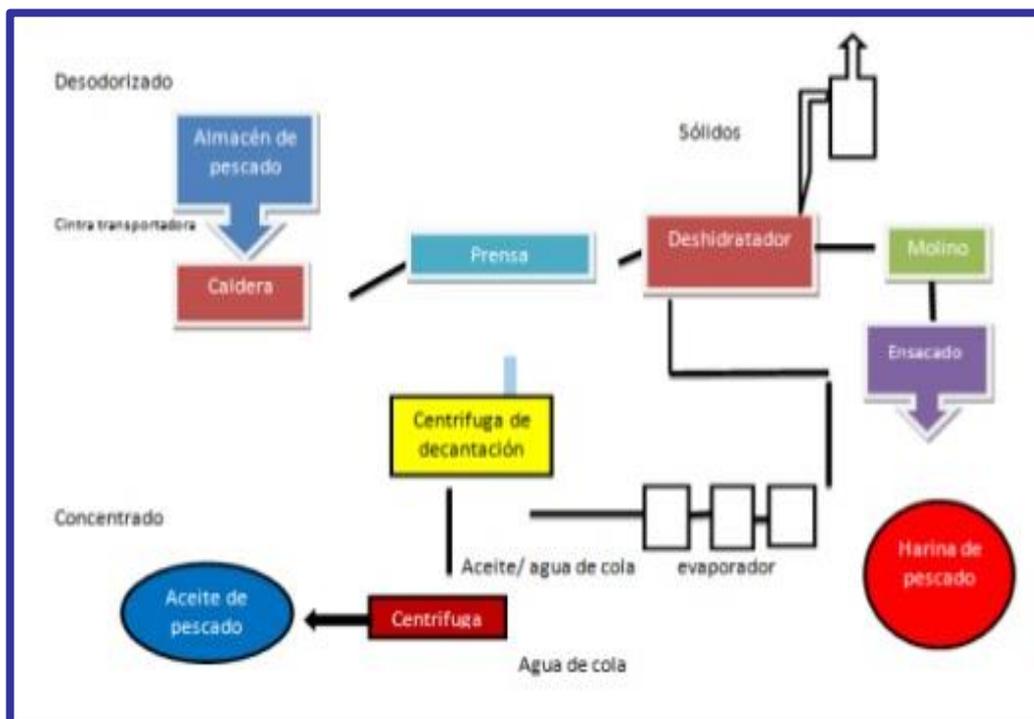


Figura 15: Proceso productivo de la harina de pescado

Fuente: Esteban Guevara (2010). Ponencia en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad Veterinaria y Zootecnia.

En el caso de residuos de pescado blanco (bacalao, merluza), con bajo nivel de grasa, se puede realizar el secado indirecto y se obtiene la denominada harina de pescado blanco (white fish meal).

Utilizando pescado entero fresco y bien conservado, y realizando el secado al vacío con baja temperatura (70 °C en 0,5 h), se obtienen harinas de pescado de alta calidad (harinas LT, harinas especiales o super-prime).

- **Recepción de la materia prima.**

La descarga del pescado fresco o residuos en fábrica, se realiza siempre en depósitos situados en patio exteriores a nivel inferior del piso, iguales en todas las empresas, salvo por su capacidad. Llamadas vulgarmente pozas, consisten en unas piscinas de cemento (fácil lavado), con piso inclinado (fácil escurrido), que en sus partes más baja tiene la boca de entrada del tornillo sin fin, que elevará esta primera materia a la fase siguiente (González., 2013).

- **Trituración.**

Esta operación solo es imprescindible cuando se reciben ejemplares grandes (alas o partes de algunos tiburones, rayas, marrajos, marlines, etc.), y su objetivo es facilitar las operaciones posteriores de cocción y prensado. Las instalaciones constan de molinos simples, en cajas cerradas, con cuchillas o aspas a pequeña velocidad, por la eventual dureza de la piel y huesos y cabezas (González., 2013).

- **Cocción - prensado.**

Mientras las anteriores operaciones son netamente mecánicas en la cocción se producen acusados cambios bioquímicos que producen olor, que se atenúa al ser maquinadas cerradas. La cocción en todos los casos es continua.

La operación es la siguiente: la materia prima se introduce en unas cámaras como un tornillo sin fin en su interior, que arrastre el pescado a los residuos hasta una prensa. En el trayecto, la materia prima recibe calor indirecto mediante camisa de vapor o doble cámara en la totalidad de fábricas actuales.

El calentamiento por chorro de vapor directo ya que no se utiliza en la actualidad, al superar los 60 °C (mínimo, para que coagulen proteínas) ya se pueda separar el agua de la masa sólida de pescado. El tornillo sin fin de baja velocidad exige fuerza o motores potentes, debido a que el pescado crudo o cocido forma una masa compacta.

Tras la cocción, la masa de pescado entra caliente (por debajo de 80 °C) en una prensa continua de tornillo doble, en donde se comprime por acción de la presión de la masa sobre las paredes de la cámara a medida que el tornillo avanza. La masa cede el agua y aceite natural del pescado, quedando las proteínas ya coaguladas en la torta de prensa.

El sistema empleado es igual en todas las fábricas, aunque varían en la capacidad de producción (siempre superior a 1,5 toneladas/hora).

La fase líquida que cae por la parte inferior de la prensa sobre una plancha metálica perforada, que actúa de filtro, contiene agua, aceite y otros componentes minoritarios. El pescado en fresco tiene (aproximadamente) un 80% de agua y aceite con otros componentes minoritarios (importantes cualitativamente). La torta tiene a la salida de la prensa, un 45,55% de humedad.

Las aguas resultantes del prensado (stickwaters) suponen un 30-40% de peso del pescado o residuo que entra en fábrica. Contienen aceites, sólidos (en suspensión y disueltos), proteínas solubles y agua. Hay que tener en cuenta que este tipo de aguas son vertidos calientes, fácilmente putrescibles y causa factible de olor.

- **Secado de la torta.**

La torta de prensa llega al secador con un 35-45% de agua, y tras el secado debe contener un máximo del 12% (máximo comercial de humedad) para que la futura harinera no fermente (González., 2013).

- **Molienda.**

En esta operación se muele la anterior torta de prensa para obtener un producto finamente articulado a la granulación requerida para las harinas finales (González, 2013).

- **Curado y transporte final.**

Antiguamente se ensacaba directamente después del molido, pero debido a la relativamente alta presencia de grasa altamente insaturados propios del pescado, hay peligro de que se recaliente al oxidarse y puedan polimerizarse.

La harina seca y triturada se deja bajo techado, donde se oxidan los restos de aceite. Para reducir más el peligro de combustión espontánea en las bodegas, legalmente se añaden mínimas cantidades de antioxidantes preferiblemente aceptados para el efecto, que desaparecerán después en los alimentos.

Finalmente, la operación de curado, la harina de pescado puede transportarse a granel o mediante de grandes sacos plásticos de varias toneladas de capacidad (maxibag) o en sacos de varia hoja de papel de 40-50 kilos que permite reducir olores, polvillo, humedades, etc. Más recientemente, se elabora la harina en forma pellets que permite un manejo más fácil y una disminución de los problemas del polvo y contaminantes.

Más recientemente, se elabora la harina en forma de pellets que permite un manejo más fácil y una disminución de los problemas del polvo y contaminantes (González, 2013).

- **Almacenamiento.**

Una vez que el producto es envasado inmediatamente es colocado en los vehículos que lo transportarán al área de almacenamiento, dicha área puede estar contigua a la línea de producción o alejada de ella, pero si es una área acondicionada de preferencia (loza de cemento) ahí el producto es estibado en rumas de 50 TMB, de una forma adecuada para facilitar su conteo y muestreo, y luego es tapado con PVC para evitar la contaminación proveniente de las heces de las aves, que generalmente aportan agentes bacterianos como salmonella, shiguello y coliformes cada ruma del producto lleva una codificación que lo identifica como: fecha y hora de producción, calidad de materia prima utilizada, etc.

Es importante que el producto durante el almacenamiento tienda a enfriarse hasta la temperatura ambiente y de esa manera mejorar su estabilización, así como que durante el almacenamiento se debe de fumigar para evitar la contaminación microbiana y de posibles insectos, que dañarían la calidad comercial del producto (Guevara, 2014).

2.5.4. Ventajas de su utilización.

La harina de pescado, es empleado como ingrediente de alimentos para aves, cerdos, rumiantes, vacas, etc., presentando las siguientes ventajas (Mariño, 2016):

- **aves.**

Rápido crecimiento y mejor conversión del alimento, ocasionando un menor costo de producción.

Incremento de la inmunidad y menor pérdida de crecimiento a causa de la presencia de enfermedades, incluyendo vacunas.

Mejores resultados en caso de ausencia de medicación dietética rutinaria.

Mejor desarrollo del sistema nervioso y la estructura ósea.

Menores pérdidas debido al deterioro del esqueleto a causa de la sepsia, inflamación, celulitis, etc.

Cambia la composición de grasas en carne con incorporación de bajos niveles de ácidos grasos omega 3 de cadena larga (DHA y EPA), siendo más efectivo que cualquier otro sustituto. Logra que la carne tenga mejor composición de ácido graso en cuanto a la relación omega 3: omega 6 y la presencia de DHA y EPA, sin comprometer la calidad de la carne.

- **Crianza de aves ponedoras.**

Mayor productividad,

Mejor resistencia a las enfermedades,

Mejora la fertilidad, tanto de hembras como de machos,

Mejora el valor nutricional de los huevos para el consumo humano a través de la acumulación de ácidos grasos omega 3, DHA y EPA.

- **Cerdos.**

Rápido crecimiento, especialmente en cerdos recién destetados,

Mejora la conversión del alimento,

Mejor reacción alérgica en cerdos recién destetados, comparados con otras proteínas que no se encuentran en la leche,

Incrementa la resistencia a las enfermedades, especialmente en cerdos alimentados con dietas sin medicación,

Incrementa la fertilidad, nacen más cerdos,

incrementa la composición de la grasa en la carne; DHA y EPA depositado en la carne.

- **Rumiantes.**

En los rumiantes, la harina de pescado proporciona proteína dietética y grasa que está sujeta a menor cambio en el rumen, a diferencia de otras materias primas. La proteína de alta calidad que evita la degradación del rumen, puede proporcionar aminoácidos limitantes para la digestión más allá del rumen, mejorando el equilibrio de los aminoácidos absorbidos en el intestino.

La proteína degradada en el rumen mejora la digestión de la fibra. Como resultado se incrementa la productividad.

Los ácidos grasos omega de cadena larga en la harina de pescado liberan parcialmente la hidrogenación en el rumen. Ellos contribuyen a la absorción de ácidos grasos. Se obtiene una mejora de la fertilidad, el desarrollo del embrión y del recién nacido, así como la resistencia a las enfermedades. Los beneficios del consumo de harina de pescado son las siguientes:

Vacas lecheras:

Mayor producción de leche, con un incremento promedio de 1 a 2 litros por día,

Incrementa el contenido de la proteína en la leche, generalmente en 0,1 a 0.2 % unidades,

Altos niveles (1 kg o más) pueden disminuir la grasa de la leche, lo cual es importante para las personas que cuidan su salud,

Fertilidad. Se incrementa especialmente la tasa de concepción, generalmente de 10 a 15 % unidades.

Ganado vacuno:

Rápido crecimiento,

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

Mejor utilización de dietas de alto forraje.

Ovino:

Mejora la fertilidad,

Rápido crecimiento del ovino,

Bajos niveles de ácidos grasos omega 3 (DHA + EPA),

Mejor utilización de las dietas de alto forraje,

Puede adelgazar a las ovejas con sobrepeso.

2.6 Olores en la harina de pescado

2.6.1. Malos olores en la harina de pescado.

Historia de los malos olores.

Ya era conocida como la responsable de los malos olores de la harina de pescado. Según el *Merck Index* (1960), la trimetilamina se forma a partir de la Betaína [sólido incoloro, derivado del ácido N, N-dimetilaminoacético con la fórmula $(\text{H}_3\text{C})_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}_2$, los alimentos que contienen betaína, son el pescado, la remolacha y las legumbres], la cual está abundantemente distribuida en el pescado, al tratarla con

hidróxido de potasio. La trimetilamina es un gas que tiene un “olor a pescado” acre y sabor salino; es licuable por presión a temperatura ordinaria; a 124 °C se convierte en sólido. Es miscible [propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una disolución] con agua, alcohol, éter, benceno, cloroformo, etc., y también es arrastrable por vapor de agua (De Ortega et al., 1970).

Según las investigaciones de Khan (1965), pudo aislar del músculo de pescado una enzima altamente activa capaz de formar peróxidos no saturados a partir de los ácidos grasos. Esta enzima es activa en presencia de ciertos compuestos tales como sales de hierro, compuestos orgánicos nitrogenados, incluyendo la hemoglobina y el citocromo c. la enzima tiene una actividad óptima a 15 °C y un pH de 6,9, según datos reportados por Borgstrom (1965); citados por otra investigación (De Ortega et al., 1970).

Según Eckles C. (1951), el sabor a pescado formado en la mantequilla es un defecto común y se debe a la descomposición de la Lecitina; esta degradación produce trimetilamina que tiene un sabor y olor fuerte a pescado. La trimetilamina es un producto de degradación de compuesto nitrogenados animales; citados por otra investigación (De Ortega et al., 1970).

La TMA es uno de los compuestos dominantes del pescado estropeado. Su producción es típica de muchas bacterias como *Shewanella putrefaciens*, *Alteromonas*, *Photobacterium* y *Vibrio*. Aunque, en pescados en los que el deterioro es debido a una flora no reductora de OTMA, como es el caso de *Pseudomonas* spp, un leve incremento en las bases volátiles durante el almacenamiento puede ser debido a la producción de amoníaco por desaminación bacteriana de aminoácidos. También en las primeras semanas de almacenamiento en hielo se forma un poco de amoníaco debido al proceso autolítico de degradación de AMP (Huss, 1995).

¿El porqué de los malos olores?

Es típico de muchas bacterias específicas del deterioro el uso de óxido de trimetilamina (OTMA) como aceptor terminal de electrones en la respiración anaeróbica. Este compuesto constituye una parte importante de la fracción NPN [Nitrógeno No Proteico, se denomina así a los compuestos de nitrógeno que pueden ser convertidos en proteínas por algunos organismos vivos] y está presente en todos los peces marinos (Hebard y Col, 1982, en Gram y Huss, 1996).

La trimetilamina (TMA), es el responsable principal del típico olor como a amoníaco del pescado estropeado (Gram y Gaalgard, 2002).

Los malos olores se derivan principalmente de la descomposición bacterial y enzimático del pescado crudo y de productos de reacción durante las operaciones de desecación. Los elementos que integran esos malos olores se clasifican como vapores incondensables y básicos (Santana, 2004).

Los olores son a menudo la forma más notable de contaminación del aire derivada del procesamiento de pescado. Las principales fuentes incluyen los lugares de almacenamiento de los residuos de procesamiento, la cocción de subproductos durante la producción de harinas de pescado, los procesos de deshidratación del pescado y los olores emitidos durante el llenado y vaciado de depósitos a granel y silos. La calidad del pescado disminuye en condiciones anaerobias [significa “vida sin aire”, donde “aire” usualmente es oxígeno], que pueden darse durante el almacenamiento a bordo de los buques pesqueros y en los silos de materias primas de las instalaciones de procesamiento de pescado. Este deterioro provoca la formación de olores tales como el amoníaco, los mercaptanos y el gas de sulfuro de hidrógeno (IFC, 2007).

La acción bacteriana sobre la proteína del pescado produce gases como CO₂ [dióxido de carbono, o, anhídrido carbónico], NH₃ [aminas, son compuestos

nitrogenados, derivados del amoníaco, con olor característico] y H₂S [ácido sulfhídrico, es un gas odorífero, con olor característico a huevo podrido], entre otros, sin embargo este último en pequeñas concentraciones es percibido por el olor a “huevo” podrido (López, 2009).

Velocidad de deterioro en los malos olores.

Las pieles de los peces tienen texturas muy diferentes. Así, el merlán (*Merlangius merlangus*) y el bacalao (*Gadus morhua*) que tienen una cubierta muy frágil se deterioran rápidamente en comparación con algunos peces planos como la solla, que posee una dermis y una epidermis robusta. Además, este último grupo cuenta con una gruesa cubierta de mucus, que contiene algunos compuestos antibacterianos, como anticuerpos, complementos y enzimas bacteriolíticas (Murray y Fletcher, 1976; Hjelmland et al., 1983; FAO, 2015).

Principal responsable de los malos olores.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), sostiene que uno de estos compuestos volátiles puede ser la trimetilamina (TMA) derivada de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA). La TMA tiene un olor a "pescado" muy característico. (FAO, 2016).

Las bacterias presentes en pescados capturados en aguas templadas, entran en fase exponencial de crecimiento casi inmediatamente después de la muerte del pez. Esto también ocurre cuando el pescado es colocado en hielo, probablemente porque la microflora se encuentra adaptada a las temperaturas de enfriamiento. Durante el almacenamiento en hielo, la población bacteriana se duplica en aproximadamente 1 día y después de 2 o 3 semanas alcanza unas 10⁸ - 10⁹ ufc, por gramo de músculo o cm de piel. Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, se alcanza un nivel ligeramente inferior a las 10 - 10⁸ ufc/g en 24 horas. Las bacterias presentes en

pescados provenientes de aguas tropicales generalmente atraviesan por una fase de latencia de 1 a 2 semanas, cuando el pescado se almacena en hielo, y posteriormente se inicia el crecimiento exponencial. Durante el deterioro, el nivel de bacterias en pescados de aguas tropicales es similar al nivel encontrado en especies de aguas templadas (Gram *et al*, 1990; FAO, 2016).

El óxido de trimetilamina (OTMA) es relativamente abundante en productos de origen marino y tiene una función osmorreguladora. Los niveles máximos se encuentran en los tejidos de los elasmobranquios y calamares (75-250 mg N/100g), seguido de los gádidos como el bacalao y la merluza (60-120mg N/100 g), y los peces planos y pelágicos presentan los valores mínimos (Huss, 1995). Tras ser reducido por acción bacteriana y enzimática a dimetilamina (DMA) y trimetilamina (TMA), origina el olor característico a pescado deteriorado (Álvarez, 2012).

2.6.2. Obtención de la trimetilamina.

Óxido de trimetilamina (OTMA).

Los diversos investigadores consultados (Capítulo 2.1.2), sostienen que el principal responsable de los malos olores en el proceso productivo de la harina de pescado, es la trimetilamina, y esta se obtiene a partir de la reducción de del óxido de trimetilamina, proceso químico que se realiza dentro de la carne del mismo pescado, durante su proceso de descomposición que se inicia desde el momento en que el pez es sacado del mar (su hábitat natural).

Reducción química.

La reducción química, es el proceso electroquímico [son aquellos en donde se produce la transformación entre a energía eléctrica química. Por ejemplo, las pilas o baterías] por el cual un átomo [porción material menor de un elemento químico que interviene en las reacciones químicas y posee las propiedades características de dicho

elemento] o un ion [es un átomo o un grupo de átomos que tiene una carga neta positiva o negativa] gana electrones [es la partícula más ligera que constituye a los átomos y que presenta la mínima carga posible de electricidad negativa]. Implica la disminución de su estado de oxidación [o, número de oxidación, se define como la suma de cargas positivas y negativas de un átomo, lo cual indirectamente indica el número de electrones que el átomo ha aceptado o cedido]. La reducción es contraria a la oxidación, es decir, ganancia de electrones (Arancibia, 2016).

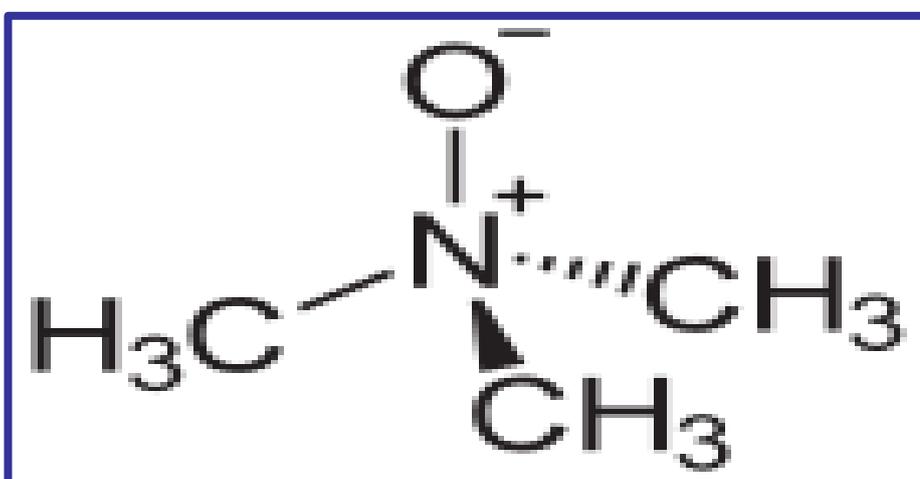


Figura 16: Estructura química del Óxido de trimetilamina

Fuente: McMurry (2012). Elaboración: Propia.

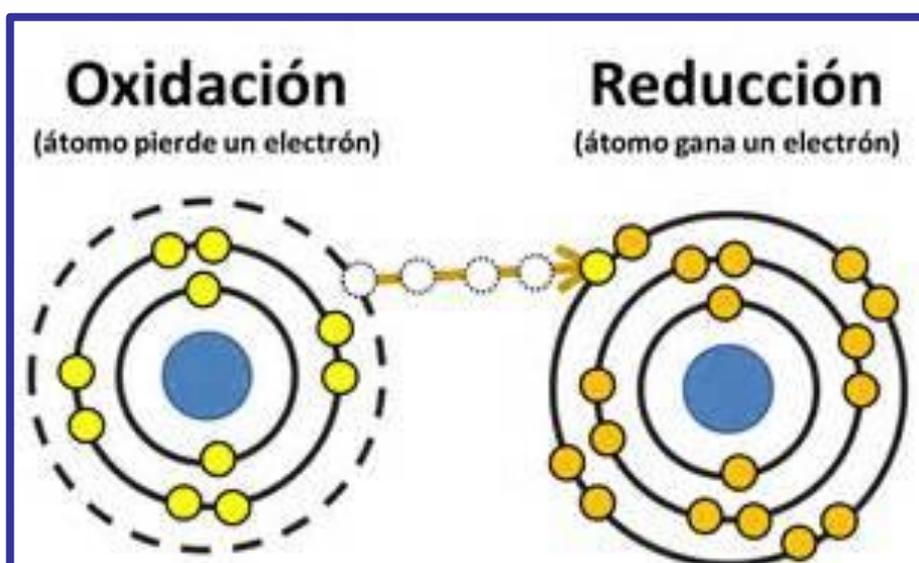


Figura 17: Oxidación – reducción química

Fuente: McMurry (2012). Elaboración: Propia.

una sucesión de reacciones químicas, que forma parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas], mostrada en la Figura 18, mientras recientemente se ha demostrado que en la respiración anaeróbica de *S. putrefaciens*, sólo utiliza una parte del ciclo de Krebs (Figura 19) y los electrones son generados también por otra ruta metabólica, denominada la ruta de la Serina [está compuesta por un conjunto de reacciones, en el metabolismo de ciertos aminoácidos] (Scott y Neelson, 1994).

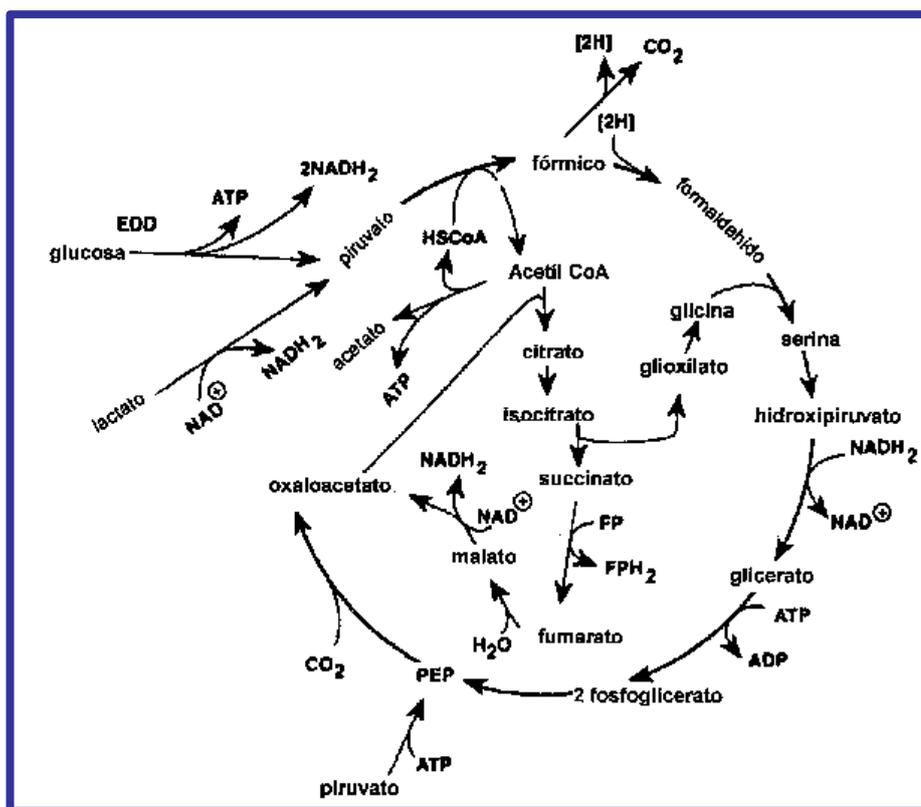


Figura 19: Reducción anaeróbica del OTMA (ruta de Serina)

Fuente: Ringo et al. (1984).

En el almacenamiento en hielo, el óxido de trimetilamina (OTMA) se reduce a trimetilamina (TMA) por la acción bacteriana después de la muerte (J. Gallardo, 1982).

Algunas de las bacterias presentes en el pescado son capaces de llevar a cabo respiración, empleando otras moléculas como receptor final de electrones. Es típico en muchas bacterias específicas del deterioro del pescado emplear el OTMA como aceptor terminal de electrones durante la respiración anaeróbica. El componente

reducido, la TMA; uno de los compuestos dominantes del pescado deteriorado, tiene el olor típico del pescado (FAO, 1999).

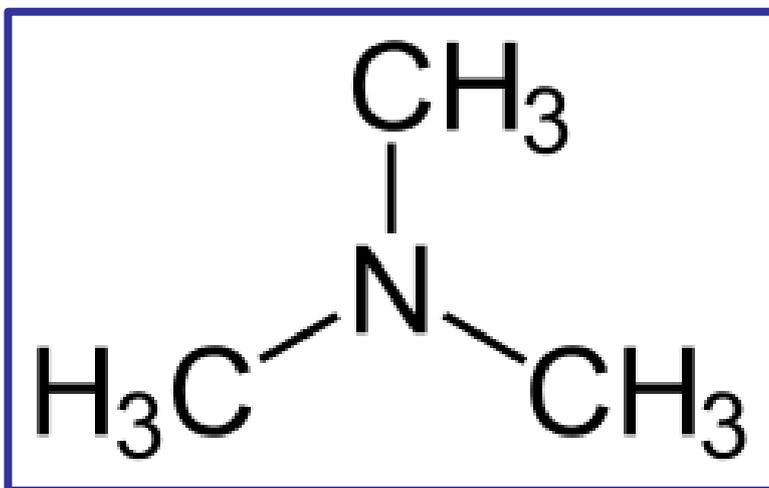


Figura 20: Estructura química de la Trimetilamina

Fuente: McMurry (2012). Elaboración: Propia.

La reducción del OTMA está generalmente asociado con géneros de bacterias típicas del ambiente marino (*Alteromonas*, *Photobacterim*, *Vibrio* y *S. putrefaciens*) pero también es llevada a cabo por *Aeromonas* y bacterias intestinales de las Enterobacteriáceas, (Cáceda, 2003).

Definición de la trimetilamina.

La trimetilamina es un compuesto orgánico que tiene como fórmula N₃, por lo tanto, su estructura química se encuentra formada por un átomo de nitrógeno, tres de carbono y nueve de hidrógeno.

Es una amina terciaria, inflamable e higroscópica [es la capacidad de algunas sustancias de absorber humedad del medio circundante]. En bajas concentraciones presenta un fuerte *olor a pescado*, mientras que, a altas concentraciones tiene un olor similar al del amoniaco [gas incoloro, de olor desagradable, compuesto de hidrógeno y nitrógeno y muy soluble en agua, que sirve de bases para la formación de distintas sales].

A temperatura ambiente (25 °C) se presenta como un gas, y se comercializa usualmente en cilindros presurizados o en disolución acuosa al 40 %, ya que, al igual que el amoníaco, es muy soluble en ese líquido.

2.6.3. Métodos para minimizar los olores.

Teóricamente, existen métodos para lograr una eliminación casi total de tales sustancias. En la industria, se recurre a varios métodos para reducir al mínimo los olores, a fin de que no se extiendan desde la fábrica a las zonas circundantes; es prácticamente imposible eliminar los olores en la propia fábrica.

En la industria, varios métodos se practican para minimizar los olores (FAO, 2016):

- Lavado de gases efluentes.
- Combustión a alta temperatura.
- Desodorización por combustión.
- Combustión catalítica.
- Absorción por carbón activo.
- Inactivación química.
- **Lavado de gases efluentes.**

Lavado de gases efluentes en torres de lavado del tipo de película de agua, diseñadas adecuadamente, conduce a una notable reducción del olor. Como el enfriamiento condensa la mayor parte del agua y otros vapores condensables, reduce el volumen de gas en un 40 % y elimina el vapor blanco característico de la pila. Los vapores son admitidos en la parte inferior y el agua de refrigeración (agua fresca o de mar) en la parte superior de la torre. Con el fin de producir un área de contacto grande entre el gas y el agua de refrigeración, la torre se llena con material de relleno tal como placas corrugadas. Las emisiones de vapor también pueden reducirse mediante torres

de lavado indirectas, es decir, los gases no se ponen en contacto directo con el agua fría. La principal ventaja de este método es la conservación del agua, ya que puede ser reinstalada y reutilizada. Los vapores que escapan del depurador pueden ser quemados en la caldera de vapor, o los gases odoríferos pueden ser oxidados por tratamiento químico con cloro u otros reactivos oxidantes.

- **Combustión a altas temperaturas.**

El calentamiento de los gases de a 750 °C durante aproximadamente un segundo destruye efectivamente el contenido de componentes malolientes. Esta observación es la base del método más ampliamente utilizado de desodorización en la actualidad. Todo el equipo desde el cual los gases fuertemente cargados pueden evolucionar, como cocinas, prensas, secador, tanques y centrifugadoras, están completamente encapsulados y se mantiene a un pequeño bajo presión por medio de un sistema de conductos, lo que conduce a un depurador de agua, seguido de un ventilador, que a su vez suministra los gases no condensados a la caldera de la planta, donde se utilizan para la combustión en el horno, las condiciones en que cumplen plenamente con las condiciones anteriores.

Durante el arranque y parada de las operaciones de la alimentación de aire a la caldera puede ser excedente a sus necesidades. Continuación, tendrá que ser tratado por algún otro método, tal como la inactivación química de los gases malolientes.

Décadas de funcionamiento del sistema han demostrado que no hay riesgo adicional de la corrosión en las calderas cuando se utilizan los gases lavaron como aire de combustión.

- **Desodorización por combustión.**

La desodorización por combustión es, por supuesto, especialmente aplicable a las plantas que funcionan con secadores de vapor. El sistema también se puede aplicar

a plantas que usan secadores alimentados directamente, pero en estas circunstancias normalmente se necesitarán instalar intercambiadores de calor o, alternativamente, es necesario convertir el sistema en secado indirecto de aire caliente.

El aire sobrante con una baja intensidad olfativa, tal como de las plantas de fresado y refrigeración de comidas, y que no se puede utilizar completamente en la caldera, puede en muchos casos ser dispersado satisfactoriamente por una chimenea de altura suficiente después del tratamiento en una torre de lavado.

- **Combustión catalítica.**

La combustión catalítica también se está intentando en la industria de harina de pescado. En presencia de platino, aleaciones de platino y óxidos metálicos, los componentes malolientes se descomponen entre 350 °C y 400 °C. El proceso puede llevarse a cabo de dos maneras diferentes:

El material activo adsorbe los componentes olorosos a temperaturas normales y luego se calienta a intervalos hasta el punto de combustión; segundo,

Los gases se calientan continuamente a la temperatura de combustión.

- **Absorción por carbón activo.**

Este método puede utilizarse para el tratamiento de gases con baja intensidad de olores. La aplicabilidad de la técnica dependerá en gran medida de factores económicos que estén en gran medida determinados por el número de reactivaciones posibles de la carga de carbono activo.

2.6.4. Método de la inactivación química.

La inactivación química ha encontrado alguna aplicación en la industria de harina de pescado (FAO, 2016).

Los gases efluentes que salen de las torres de lavado se ponen en contacto con agentes oxidantes fuertes tales como los compuestos que liberan cloro o permanganato.

Estos se aplican en estado gaseoso o acuoso, con la finalidad de una mejor homogenización gaseosa de los gases.

El uso de gas cloro es generalmente más barato que otros agentes oxidantes.

En vista de la naturaleza corrosiva del cloro en medios acuosos, el equipo de contacto debe ser de acero inoxidable o de plástico reforzado. Además, después de la oxidación, se requiere una etapa final de barrido para eliminar todos los restos de cloro de los vapores tratados. El escape de cloro a la atmósfera sería un peligro para la salud y, de hecho, para la vida.

Un depurador desodorizante eficaz para una descarga de vapor de aproximadamente $1.200 \text{ m}^3 / \text{min}$ consta de cuatro unidades superpuestas, cada una de las cuales tiene una sección transversal interna de aproximadamente $8,5 \text{ m}^2$ y tiene 144 hojas onduladas cada una (3 m de largo y 1 m de ancho). Las hojas se colocan verticalmente, con las ondulaciones horizontales (que están en sus lados) y espaciadas aproximadamente 1,25 cm entre sí. El agua se pulveriza hacia abajo sobre las láminas de manera que el agua fluye como una película hacia abajo y los vapores pasan hacia arriba a contracorriente, y son clorados entre la tercera y última etapa de lavado. La potencia eléctrica para el bombeo de agua y para el movimiento de aire es del orden de 50 kW. La cantidad de cloro utilizado depende de factores tales como la calidad del material de pescado crudo y la temperatura de funcionamiento.

En otro sistema de inactivación química los gases se lavan con solución de hipoclorito de sodio ajustada al pH en torres de lavado verticales de fibra de vidrio resistente a ácido.

En todos los sistemas de desodorización química es imperativo que el pH y la concentración adecuada de reactivo activo estén controlados constantemente,

posiblemente automáticamente, ya que el sistema puede ser completamente ineficiente.

2.7 Responsabilidad ambiental

Como ya se ha dicho, la pesca ha sido desde la antigüedad una fuente importante de alimentos para la humanidad y de empleo y de beneficios económicos para quienes se dedican a esta actividad. Sin embargo, con el aumento de los conocimientos y la evolución dinámica de la pesca, se constató que, aunque era un recurso renovable, los recursos acuáticos no eran infinitos y era necesario administrarlos de manera apropiada para poder mantener su contribución al bienestar nutricional, económico y social de una población mundial en constante crecimiento (FAO, 2010).

La industria que produce pescado como alimento tiene tres grandes áreas de responsabilidades:

- Ante el consumidor del alimento, porque debe garantizar que el producto sea inocuo al consumirlo, tenga calidad y valor nutritivo que se esperan de él,
- Ante el recurso, porque debe garantizar que no sea mal aprovechado,
- Ante el medio ambiente, porque debe garantizar que los impactos negativos sean minimizados.

Además, la industria es responsable ante sí misma, porque debe asegurar a millones de personas en todo el mundo sobre la posibilidad de poder ganarse la vida gracias a su trabajo en la industria.

El impacto que ocasiona esta industria, se da desde la extracción del recurso, el cual es trasladado en embarcaciones que en mayoría carecen de sistema de frío haciendo que el pescado disminuya su calidad. El entorno de la chata (dispositivo flotante que cuenta con manguerones, equipos de bombeo y tuberías absorbentes que se utilizan para el bombeo de la materia prima de la embarcación hasta la planta), se

convierte en un ecosistema particular, por la caída de residuos orgánicos, escamas, residuos orgánicos, combustible y grasas, que generan la formación de sedimentos negruzcos con olores sulfurosos, películas de escamas que evitan la rápida oxigenación del fondo y posterior muerte de organismos vivos (Cabrera, 2002).

2.8 Marco conceptual

Para efectos de la presente investigación, se establecen las siguientes definiciones de los conceptos fundamentales que en ella aparecen. Todas las magnitudes se expresan en las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI)¹.

- **Acceso libre.** La situación de una pesquería a la que puede acceder cualquiera que desee pescar.
- **Acceso limitado.** Una herramienta habitual de ordenación, en la que el estado emite un número limitado de licencias de pesca creando un derecho de uso (en este caso, el derecho a participar en la pesquería).
- **Aprovechamiento sostenible.** Aprovechamiento de los componentes de la diversidad biológica de forma que no ocasione una disminución a largo plazo de la diversidad biológica de ninguno de sus componentes, manteniendo su

¹ *Sistema Internacional de Unidades (SI)*, es el sistema de unidades que se usa en todos los países del mundo, que reemplazo al antiguo Sistema Métrico Decimal. Se instauró en 1960, en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas. En el Perú, está vigente desde 1982, por Ley N° 23560. El Perú, está suscrito desde el año 1982, aunque en la actualidad, existe mucha bibliografía que se muestra renuente a emplear el SI. Sus unidades principales son: Longitud (metro: m), Masa (kilogramo: kg), Tiempo (segundo: s), Intensidad de corriente eléctrica (amperio: A), Temperatura termodinámica (kelvin: K), Cantidad de sustancia (mol: mol), Intensidad luminosa (candela: cd). Las unidades del SI no llevan “el punto” de la abreviación al momento de escribirlas.

potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras.

- **Capacidad.** Véase capacidad de pesca capacidad de pesca Es la capacidad de capturar la máxima cantidad de peces durante un período de tiempo (un año, una estación) por parte de una flota utilizada a pleno, habida cuenta de la biomasa y de la estructura de edad de la unidad de población íctica y el desarrollo tecnológico de ese momento.
- **Capturas incidentales.** Especies capturadas en una pesquería cuyo objetivo es otra especie u otro intervalo de tamaños de la misma especie. La parte de las capturas incidentales que carecen de valor económico se descartan y arrojan al mar, estando generalmente integrada por peces muertos o moribundos.
- **Conjunto de especies.** Término utilizado para describir las diferentes especies que conforman una comunidad de organismos en un hábitat o caladero determinado.
- **Conocimientos ecológicos tradicionales.** Los conocimientos locales de un grupo de indígenas, transmitidos de generación en generación, sobre las características y el funcionamiento de los ecosistemas.
- **Cuota.** Una participación en los totales admisibles de capturas asignadas a una unidad operacional, como un país, una comunidad, un buque, una empresa o un pescador individual (cuota individual), según el sistema de asignación. Las cuotas pueden o no ser transferibles, hereditarias o comerciables. Si bien por lo general se usan para asignar los totales admisibles de capturas, las cuotas también pueden utilizarse para distribuir esfuerzos de pesca o biomasa.
- **Derechos de uso territorial en la pesca.** Métodos de ordenación pesquera, en los que se asignan derechos a personas o grupos para que puedan pescar en

determinados lugares, basados en general, pero no necesariamente, en tradiciones de larga data (“uso consuetudinario).

- **Derechos de usuario.** Los derechos de los pescadores, las comunidades de pescadores y otros usuarios a utilizar los recursos de la pesquería.
- **Desarrollo sostenible.** El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias.
- **Descartes.** Son los componentes de una población de peces que se vuelven a arrojar al agua después de la captura. Normalmente, se puede suponer que la mayor parte de los descartes no sobreviven.
- **Diversidad biológica o biodiversidad.** Es la variabilidad existente entre organismos vivos de todas las procedencias, entre otros, los organismos terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los conjuntos ecológicos de los que forman parte. Incluye la diversidad de especies y entre ellas, y de los ecosistemas. Los índices de diversidad indican la riqueza (el número de especies existentes en un sistema) y, en cierta medida, la uniformidad (varianzas de la abundancia local de especies). Por tanto, no guardan relación con las sustituciones de especies, que, sin embargo, reflejan tensiones en el ecosistema (por ejemplo, las que derivan de una elevada intensidad de pesca).
- **Diversidad genética.** Es la suma de la información genética existente o que puede obtenerse y la variabilidad contenida en los genes de los organismos vivos, las poblaciones o las especies, tomados en forma individual.
- **Ecosistema.** Una unidad de organización que consiste en una agregación de plantas, animales (inclusive seres humanos) y microorganismos, junto con los componentes no vivos del ambiente.

- **Emisión.** Cada fluido gaseoso, puro o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva o electromagnética (sonido), que emanen como residuos o productos de la actividad pesquera industrial.
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA).** Medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire como cuerpo receptor que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente.
- **Fuente Puntual.** Fuente de emisión de contaminantes atmosféricos cuya ubicación puede ser definida de manera precisa mediante las coordenadas UTM de un único punto en el espacio. La fuente puntual puede ser estacionaria, si sus coordenadas no varían en el tiempo, o móvil en caso contrario. Las fuentes puntuales pueden ser monitoreadas en términos de flujo y concentración o valor del parámetro.
- **Límite Máximo Permisible (LMP).** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el sistema de Gestión Ambiental.
- **Calidad Ambiental.** Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas.

- **Conservación Ambiental.** También denominada conservación de los recursos naturales. Está referida a las medidas requeridas para asegurar la continuidad de la existencia de los recursos naturales, respetando los procesos ecológicos esenciales, conservando la biodiversidad y aprovechando sosteniblemente los recursos naturales.
- **Contaminación ambiental.** Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente.
- **Contaminante del Aire.** Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano.
- **Daño Ambiental.** Todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales.
- **Cuerpo Receptor.** La atmósfera, el agua y los suelos, cuyas calidades se comparan con los Estándares de Calidad Ambiental respectivos.
- **Emisión.** Descarga directa de fluidos gaseosos a la atmósfera, cuya concentración de sustancias en suspensión es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP).
- **Ecoeficiencia.** En términos amplios, la ecoeficiencia está referida a producir más bienes y servicios con menos impacto ambiental.
- **Esfuerzo de pesca.** Representa la magnitud total de la actividad pesquera en la zona de pesca durante un período de tiempo determinado, expresado muchas veces para un tipo específico de arte, como el número de horas diarias de arrastre, el número de anzuelos lanzados en un día o el número de veces que se

cobra una red de cerco, por día. Muchas veces el esfuerzo de pesca se mediría como el producto de: i) el tiempo total dedicado a la pesca; y ii) la cantidad de artes de pesca de un tipo determinado utilizados en la zona de pesca durante una unidad de tiempo dada. Cuando se utilizan dos o más tipos de artes es preciso ajustarlos a un tipo estándar a fin de derivar y estimar el esfuerzo de pesca total.

- **Especies objetivo.** Son las especies que mayor interés tienen para los pescadores en una pesquería determinada. Son el objeto hacia el cual se orienta el esfuerzo de pesca. Pueden existir especies objetivo primarias y secundarias.
- **Estrategia de ordenación.** La estrategia adoptada por la autoridad de ordenación con el objeto de alcanzar las metas operacionales. Consiste en el conjunto integral de medidas de ordenación aplicadas en esa pesquería.
- **Estrategias de captura.** No debe confundirse con estrategia de ordenación. Una estrategia de captura es un plan, cuya ejecución se controla a través de los insumos o los resultados, para determinar cómo se calcularán todos los años las capturas permisibles en una población, por ejemplo, como proporción constante de la biomasa estimada.
- **Flota.** El número total de unidades de cualquier tipo de actividad pesquera que utilizan un recurso concreto. Por ejemplo, una flota puede comprender todas las embarcaciones para la pesca con red de cerco existentes en una pesquería de sardinas, o todos los pescadores que echan redes en la costa en una pesquería tropical de múltiples especies hábitat fundamental Hábitat de la pesquería necesario para la producción de un determinado recurso pesquero. Puede tratarse de un hábitat fundamental para la cría y la reproducción (como los manglares o los lechos de zosteras y algas marinas) o fundamental para el

desove (determinados lugares geográficos donde los peces se agregan para desovar).

- **Indicador.** Una variable de un sistema (como una pesquería) que puede ser objeto de seguimiento, a fin de tener una medición del estado del sistema en un momento determinado. Cada uno de los indicadores debe estar vinculado a uno o más puntos de referencia y utilizados para realizar seguimiento del estado de la pesquería en relación a los puntos de referencia mencionados.
- **Integridad del ecosistema.** La capacidad de un ecosistema para dar sustento y mantener a una comunidad biológica equilibrada, armoniosa y adaptativa, que demuestra una composición en materia de especies, una diversidad y una organización funcional comparables a la de los hábitats naturales de la región.
- **Intensificación de poblaciones.** La liberación de juveniles cultivados en el medio natural para la lograr los niveles deseados de capturas, superando las limitaciones de la renovación. La intensificación de poblaciones se aplica sólo a las pesquerías operacionales y el valor adicional derivado de la liberación de animales en el momento de la captura debería exceder el costo de producir los juveniles.
- **Máximo rendimiento sostenible.** El rendimiento máximo teórico de equilibrio que puede extraerse en forma continua (en promedio), en las condiciones (medias) ambientales existentes, sin afectar significativamente el proceso de reproducción.
- **Medida de los resultados.** Una función que establece una relación entre el valor de un indicador y su punto de referencia y que orienta la evaluación de los resultados de la ordenación pesquera en comparación con sus objetivos operacionales declarados.

- **Medida de ordenación.** Controles concretos aplicados en la pesquería para contribuir al logro de determinadas metas. Incluyen algunas o todas las medidas técnicas (regulaciones en materia de artes, zonas cerradas y vedas temporales), control de los insumos y de los resultados y derechos de los usuarios.
- **Mortalidad causada por la pesca.** Término técnico que indica la proporción de peces capturados por efecto de la actividad pesquera en una unidad de tiempo reducida.
- **Organismos modificados genéticamente.** Un organismo que ha sido modificado o alterado por un proceso natural de mutación, selección y reconversión; manipulado artificialmente (actualmente el procedimiento predominante) a fines de producir una característica deseada, lo que significa la manipulación del genoma de un organismo empleando técnicas de laboratorio, especialmente mediante la introducción de un gen nuevo o modificado aplicando tecnologías recombinantes.
- **Organizaciones o arreglos de ordenación pesquera.** Instituciones responsables de la ordenación pesquera, incluida la formulación de las normas que rigen las actividades de pesca. La organización de ordenación pesquera y sus órganos subsidiarios pueden ser también responsables de todos los servicios auxiliares, como la recogida y análisis de información, la evaluación de las poblaciones, el seguimiento, control y vigilancia (SCV), el proceso de consultas con las partes interesadas, la aplicación y/o determinación de las normas de acceso a la pesquería y la asignación de los recursos.
- **Pesquería.** El término puede hacer referencia a la suma de todas las actividades de pesca de un determinado recurso, por ejemplo, la merluza o el camarón, o a

las actividades de un único tipo o método de pesca de un recurso, por ejemplo, la pesca con redes de cerco de playa o la pesca de arrastre. El término se usa en ambos sentidos en el presente documento y, cuando es necesario, se especifica a qué aplicación específica se está haciendo referencia.

- **Plenamente explotadas o explotadas exhaustivamente.** Término utilizado para describir una población que no está siendo sobreexplotada o subexplotada y, en promedio, produce cerca del máximo rendimiento sostenible.
- **Población.** Un grupo de individuos de una especie que ocupan una extensión espacial bien definida, independientemente de otras poblaciones de la misma especie. Pueden producirse dispersiones aleatorias e inmigraciones dirigidas debidas a actividades estacionales o reproductivas. Los grupos de este tipo pueden considerarse como una entidad a los fines de la ordenación. Algunas especies forman una única población (como el atún de aleta azul) mientras que otras integran varias poblaciones (por ejemplo, el atún blanco del Océano Pacífico forma dos poblaciones, una septentrional y la otra meridional). Los efectos de la pesca sobre una especie no pueden determinarse plenamente sin un conocimiento adecuado de la estructura de la población.
- **Principio.** Un concepto general orientador para las ordenaciones de los recursos naturales, generalmente elaborado en el marco de acuerdos globales o leyes. Ejemplos: “el enfoque precautorio”; “el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas”.
- **Procedimiento de ordenación.** El proceso de llevar a cabo la ordenación pesquera. Comprende todos los aspectos de la ordenación de la pesca, como la planificación, la ejecución, el seguimiento y la evaluación.

- **Productividad de una población.** Guarda relación con las tasas de nacimiento, crecimiento y mortalidad de una población. Una población de alta productividad se caracteriza por tasas elevadas de nacimiento, crecimiento y mortalidad y, en consecuencia, tasas elevadas de renovación y producción de biomasa. Por lo general este tipo de poblaciones permiten tasas de explotación más elevadas y, cuando se agotan, pueden recuperarse más rápidamente, en términos comparativos, que las poblaciones menos productivas.
- **Productividad del ecosistema.** La velocidad con que un ecosistema produce material durante un período de tiempo determinado. En sentido estricto, este término se refiere a la cantidad de energía fijada por las plantas presentes en el sistema, pero muchas veces se utiliza para hacer alusión a la capacidad de un ecosistema de producir bienes y servicios para satisfacer necesidades de los seres humanos.
- **Punto de referencia.** Un punto de cota fija que sirve de base para evaluar los resultados de la ordenación en cuanto al logro de un objetivo operacional y que corresponde a una situación considerada deseable (punto objetivo de referencia) o no deseable, que cuando se produce exige la inmediata adopción de medidas (punto límite de referencia).
- **Rendimiento.** La cantidad de biomasa o el número de unidades capturados habitualmente.
- **Repoblación.** La liberación de juveniles al medio natural para restablecer la biomasa de desovadores de poblaciones excesivamente sobreexplotadas a un nivel tal que puedan producir nuevamente rendimientos sostenibles.
- **Salud del ecosistema.** Una medida de la adaptabilidad del ecosistema (su capacidad para mantener su estructura y patrón de comportamiento ante las

tensiones), la organización (número y diversidad de las interacciones entre los componentes del ecosistema) y el vigor (una medida de la actividad, el metabolismo o la productividad primaria). Un ecosistema sano es capaz de mantener su estructura (organización) y función (vigor) a lo largo del tiempo en situaciones de tensión (adaptabilidad).

- **Selección (high-grading).** La práctica de descartar una proporción de la captura legal de un buque considerada inferior (y que podría haber sido vendida), con el objeto de tener pescados de mayor tamaño o calidad que permiten lograr mejores precios. Esta práctica se utiliza tanto en las pesqueras que tienen asignada una cuota de pesca como en las que no la tienen.
- **Sobreexplotación o pesca excesiva.** Grado de explotación que supera el límite de lo que se considera sostenible en el largo plazo y más allá del cual existe un límite no deseable de desaparición o decaimiento. Este límite puede expresarse, en función de una biomasa mínima o de una mortalidad causada por la pesca máxima, más allá de la cual el recurso puede considerarse sobreexplotado.
- **Totales admisibles de capturas (TAC).** La cantidad total de un recurso que se permite extraer en un período de tiempo especificado (generalmente un año), definida en el plan de ordenación. Los TAC pueden asignarse a las partes interesadas como cuotas expresadas en cantidades o proporciones concretas.
- **Unidad de población íctica.** Recursos vivos en la población donde se realizan las capturas en una pesquería. La utilización del término «unidad de población» significa que la población está más o menos aislada de otras unidades de la misma especie y, por consiguiente, es autosostenible. En una pesquería determinada, la unidad de población puede constar de una o varias especies de peces, pero aquí incluye a los invertebrados y plantas con valor comercial.

- **Zona económica exclusiva (ZEE).** Una zona sometida a la jurisdicción nacional (hasta 200 millas de ancho) declarada de conformidad con las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982, en la que el estado ribereño tiene el derecho de explorar y explotar los recursos vivos y no vivos y la obligación de conservarlos y ordenarlos.
- **Zona marina protegida (ZMP).** Una zona marina intermareal o submareal, dentro de las aguas territoriales, o en la alta mar, reservada por ley o por cualquier otro medio eficaz, junto con sus aguas suprayacentes y su flora, fauna, y características históricas y culturales conexas. Proporciona diversos grados de preservación y protección de la diversidad biológica y de recursos marinos importantes; un hábitat particular (verbigracia, un manglar o un arrecife) o una especie o subpoblación (por ejemplo, alevines o peces juveniles), según el grado de uso permitido. El empleo de zonas marinas protegidas (para fines científicos, educativos, recreativos, extractivos u otros, incluida la pesca) está estrictamente regulado y podría prohibirse.

2.9 Marco legal

A continuación, se tiene el marco legal para reutilizar aguas residuales en el Perú.

2.9.1. Ley General de Pesca.

- Decreto Ley N° 25977: Ley General de Pesca.
- Decreto Supremo N° 016-2011-PRODUCE: Modifican el Reglamento de la Ley General de Pesca y el Reglamento de Inspecciones y Sanciones Pesqueras y Acuícolas.
- Decreto Supremo N° 018-2011-PRODUCE: Modifican disposiciones del Reglamento de la Ley General de Pesca, modifica códigos del Cuadro de Sanciones del Reglamento de Inspecciones y Sanciones Pesqueras y Acuícolas

-RISPAC y determina criterios para la aplicación de la sanción de cancelación del derecho otorgado en materia de pesquería y de acuicultura para los casos de reincidencia y de reiterancia.

2.9.2. Medidas de conservación.

- Decreto Supremo N° 008-2012-PRODUCE: Decreto Supremo que establece medidas para la conservación del Recurso Hidrobiológico.

2.9.3. Reglamentos de ordenamiento pesquero.

- Decreto Legislativo N° 1084: Ley sobre límites máximos de captura por embarcación.
- Decreto Supremo N° 021-2008-PRODUCE: Reglamento del Decreto Legislativo N° 1084 Ley sobre límites máximos de captura por embarcación.
- Decreto Supremo N° 008-2012-PRODUCE: Establece medidas para la conservación del recurso hidrobiológico.

2.9.4. Reglamento de inspecciones y sanciones pesqueras y acuícolas - RISPAC.

- Decreto Supremo N° 016-PRODUCE: Aprueban Reglamento de inspecciones y Sanciones Pesqueras Acuícolas (RISPAC).

2.9.5. Descarte y residuos.

- Decreto Supremo N° 005-2011-PRODUCE: Aprueba el Reglamento del procesamiento de descartes y/o residuos de recursos hidrobiológicos.

2.9.6. Programa de Vigilancia y Control de Pesca y Desembarque en el Ámbito Marítimo.

- Decreto Supremo N° 027-2003-PRODUCE: Crean el Programa de Vigilancia y Control de la Pesca y Desembarque en el Ámbito Marítimo.

- Decreto Supremo N° 008-2013-PRODUCE: Aprueban en Reglamento del Programa de Vigilancia y Control de las actividades pesqueras y acuícolas en el ámbito nacional.

2.9.7. Sistema de Seguimiento Satelital -SISESAT.

- Decreto Supremo N° 026-2003-PRODUCE: Aprueban Reglamento del Sistema de Seguimiento Satelital -SISESAT.

2.9.8. Normas ambientales.

- Guía: Elaboración de estudios de impacto ambiental para la actividad de consumo humano indirecto harina y aceite de pescado. (Dirección General de Asuntos Ambientales de Pesquería -DIGAAP, 2008).
- Resolución Ministerial N° 621-2008-PRODUCE: Establecen disposiciones dirigidas a titulares de plantas de harina y aceite de pescado y de harina residual de pescado a fin de realizar la innovación tecnológica para mitigar sus emisiones al medio ambiente.
- Decreto Supremo N° 003-2008-PRODUCE: aprueban las Estándares de Calidad Ambiental para Aire.
- Decreto Supremo N° 011-2009-MINAM: Aprueban Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos.

2.9.9. Normas Técnicas Peruanas -NTP.

- NTP 2014.025.1984 (Revisada el 2010): Requerimientos generales para el manejo de establecimientos pesqueros al estado fresco, congelado y curado.
- NTP 204.011.1975 (Revisada el 2010): Harina de pescado para consumo animal. Métodos de ensayo microbiológico.

- NTP 204.022:1982 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Determinación de cenizas.
- NTP 204.024:1982 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Determinación de arena.
- NTP 204.029:1985 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Determinación de tamaño de partícula.
- NTP 204.033:1985 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Determinación del extracto de hexano (método de rutina) y del extracto de éter dietílico (método de referencia).
- NTP 204.034:1985 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Muestreo.
- NTP 204.036:1985 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Determinación del antioxidante etoxiquina. Método fluorimétrico.
- NTP 204.037:1986 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Detección de salmonella.
- NTP 204.038:1986 (Revisada el 2010): Harina de pescado. Extracción de muestras para el análisis microbiológico.

III. Método

A continuación, se describe la metodología empleada, que permitió responder las preguntas de la presente investigación.

En primer lugar, se presentó el esquema general de los pasos seguidos en el proceso de investigación, con el fin de establecer cómo las diferentes etapas del proceso de investigación se han interrelacionado para contribuir en el logro del objetivo central y objetivos específicos. Finalmente, se describe cada una de las etapas desarrolladas, lo que permitió entender los objetivos, fuentes de información y herramientas de análisis utilizadas en cada una de las etapas de investigación.

3.1. Tipo de investigación

El presente proyecto ha contemplado un diseño de investigación del tipo *investigación aplicada*, debido a que las conclusiones, respecto de la eliminación de los malos olores de la harina de pescado, podrán aplicarse a situaciones similares.

La investigación aplicada, aplica los conocimientos teóricos, aplicarlas en determinadas situaciones concretas y las consecuencias prácticas que ella deriven.

Desde otra perspectiva, la investigación ha contemplado un diseño de investigación del tipo *investigación tecnológica*, debido a que se aplicaron principios científicos que permitieron dar respuesta al problema planteado.

La investigación tecnológica, permitirá mitigar los impactos ambientales producidos por la emanación de los malos olores, y en consecuencia, mejorar el ecosistema en la zona de influencia.

Nivel de investigación

Sin embargo, la investigación considera un diseño de tipo *investigación correlacional*, es decir, se ha determinado el grado de relación existente entre las variables enunciadas (Capítulo 2.6) y detalladas (Capítulo 3.5) de la investigación.

La investigación correlacional, ha permitido conocer el comportamiento de una variable (dependiente), a partir del comportamiento de otra variable (independiente).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Tipo de muestreo.

El concepto de población en estadística, va más allá de lo que comúnmente se conoce como tal. Una población se precisa como un conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes.

Una población es un conjunto de elementos que presentan una característica común (Cadenas, 2012).

La población puede ser: población finita (conjunto compuesto por una cantidad limitada de elementos. Ejemplo: el número de especies, el número de estudiantes, el número de obreros, etc.) o población infinita (conjunto compuesto por un número extremadamente grande de elementos. Ejemplo: el conjunto de especies que tiene el reino animal, es decir, cuando se desconoce el total de unidades de observaciones que la integran. Cuando el conjunto tiene más de 10.000 elementos, también se le considera en esta categoría), según sea el tipo de investigación a realizar

El tamaño de una población es un elemento de gran importancia en el proceso de investigación estadística que pretendemos desarrollar a lo largo de toda la tesis.

Para la determinación de la población, en términos estadísticos, para las variables con tenor químico, es una población infinita, por cuanto no se sabe el número de experimentaciones totales que se debieron realizar, no es un número elegido al azar, en tal sentido, el número para estas variables, es, infinito. En este sentido, el número de población es, infinitas pruebas de campo.

Para la determinación de la población, en términos estadísticos, para determinar la percepción de los malos olores, el cual se determinó mediante una encuesta y el test

de encuesta, se tomó como base, el total del número de trabajadores (35) de la planta química que están en contacto directo con el sistema productivo. En ese sentido, el número de población es, 35 personas.

3.2.2 Muestra.

Una muestra es una representación significativa de las características de una población, que bajo, la asunción de un error (no superior al 5%) estudiamos las características de un conjunto poblacional mucho menor que la población global.

Se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla (Murria R. Spiegel, 2011).

Tamaño de la muestra.

Aplicando las ecuaciones estadísticas (Anexo 3), para determinar el número de muestra, se tiene:

- Para las pruebas de campo, ha sido determinado en 15 análisis químico.
- Para la encuesta, ha sido determinado en 24 personas.

Tipo de muestreo.

Existen dos métodos para seleccionar muestras de poblaciones; el muestreo no aleatorio (de juicio) y el muestreo aleatorio (de probabilidad).

Una muestra seleccionada por muestreo de juicio se basa en la experiencia de alguien con la población, y es en el cual no se conoce la probabilidad o posibilidad de cada uno de los elementos de la población determinada. Este muestreo, plantea para cada elemento de la muestra, una posibilidad determinada a juicio del investigador, lo cual implica, descartar aquellos elementos con una baja posibilidad, haciendo que la muestra no siempre sea representativa, motivo por el cual, ha sido descartada.

En el muestreo aleatorio, todos los elementos de la muestra determinada, tienen la misma posibilidad de ser considerados, haciendo más homogénea los elementos de

la misma, en consecuencia, todos los elementos de la población tienen la oportunidad de ser escogidos en la muestra.

Para la presente investigación, se ha empleado el muestreo aleatorio, es decir, todos los elementos de la muestra, tienen las mismas características.

Selección de la muestra.

Todos los elementos de la población, han teniendo la misma posibilidad de ser elegidas; y más aún, no siendo una investigación del tipo experimental, los resultados se pueden generalizar a toda la población.

La selección de la muestra, es de carácter simple (se calcula una muestra de la población), es decir, previamente se calculó el tamaño de la muestra de la población (ver Capítulo 3.7), en otras palabras, no ha sido una muestra estratificada (la población se divide en estratos y se calcula una muestra por estratos), ni una muestra por racimos (la selección se realiza en varias etapas o racimos, y dentro de cada racimo se calcula una muestra), en tal sentido, en términos estadísticos, los resultados de la investigación, son una fiel representación de la población.

Técnicas del muestreo.

La técnica de muestreo es el procedimiento para obtener una o más muestras de una población; es también una técnica para obtener una o más muestras de población.

Para la presente investigación, se ha empleado la técnica de las visitas de campo a las tres pesqueras, de acuerdo a la muestra calculada (Capítulo 3.7).

En la presente investigación se ha empleado como fuente primaria, la observación técnica al proceso productivo de la harina de pescado, con la finalidad de constatar, la emanación de los malos olores, características a “harina de pescado”.

De igual forma, se ha empleado la técnica de la encuesta, para conocer el grado de percepción, de los olores a “harina de pescado”.

3.3 Operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables, permitió no sólo definir las sino también encontrar la relación entre las variables independientes y la variable dependiente. Por otro lado, hizo posible identificar el elemento de medida (indicador) de las variables, e, indicar el instrumento de cuantificación del indicador.

En la presente investigación se definió una variable independiente y tres variables dependientes.

[1.] De la hipótesis principal.

- Variable independiente: desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.
- Indicadores: gases emanados en el proceso productivo de la harina de pescado.
- Técnica (método de evaluación): observación de los resultados, de la composición del análisis químico de gases en el proceso productivo de la harina de pescado.
- Instrumento: escala de observación del instrumental de análisis químico.
- Unidades del indicador:
 - % de CO₂
 - gr de NH₃
 - % de H₂S.
- Tipo de valor:
 - Valor continuo².

² Valor continuo: son valores cuantitativos. Puede tomar un valor cualquiera (número entero, o sea, con decimales) dentro de un intervalo predeterminado. Y siempre entre dos valores observables va a existir un tercer valor intermedio, que también podría tomar el valor de la

[2.] De la hipótesis secundaria N° 1.

- Variable independiente: desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.
- Variable dependiente: contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.
- Indicadores: cantidad de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.
- Técnica (método de evaluación): observación de los resultados, de la cantidad de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.
- Instrumento: escala de observación del instrumental de análisis químico.
- Unidades del indicador: gr de TMA / kg de harina de pescado.
- Tipo de valor: valor continuo.

[3.] De la Hipótesis secundaria N° 2.

- Variable independiente: desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.
- Variable dependiente: determinación de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.
- Indicadores: cantidad de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.
- Técnica (método de evaluación): observación de los resultados, de la cantidad de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.
- Instrumento: escala de observación del instrumental del análisis químico.
- Unidades del indicador: gr de TMA / kg de la especie marina refrigerada.

variable. Ejemplo, para medir la masa de pescado: $m_1 = 2,7$ g; $m_2 = 4,4$ g; entre m_1 y m_2 , existe otro valor $m_3 = 3,4$ g

- Tipo de valor: valor continuo.

[4.] De la Hipótesis secundaria N° 3.

- Variable independiente: desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.
- Variable dependiente: disminución del olor típico a trimetilamina (TMA).
- Indicadores: grado de percepción de “malos olores” por parte del personal de planta.
- Técnica (método de evaluación): encuesta al personal de la planta pesquera.
- Instrumento: cuestionario de la encuesta.
- Unidades del indicador:
 - Sin “olor a pescado”.
 - Ligero “olor a pescado”.
 - Moderado “olor a pescado”.
 - Fuerte “olor a pescado”.
- Tipo de valor: valor discreto³.

3.4 Instrumentos

En la presente investigación, después de haber planteado el problema (Capítulo 1.2), esbozado de forma adelantada su posible solución (Capítulo 2.5), y definido las variables y sus respectivos indicadores (Capítulo 2.5.3.); ha permitido desarrollar el

³ Valor discreto: son valores cuantitativos o cualitativos. *Valores cuantitativos*, puede tomar un intervalo determinado (número natural, o sea, sin decimales), y siempre entre dos valores observables no siempre existirá un tercer valor. Ejemplo, para conteo de peces: $p_1 = 3$ peces, $p_2 = 4$ peces; $p_3 = 3,5$ peces (no existe este valor). *Valores cualitativos*, puede tomar una cualidad o característica. Ejemplo registrar la calidad del pescado: $C_1 =$ bueno; $C_2 =$ regular; $C_3 =$ malo. Entre C_1 y C_2 , no existe otro valor intermedio.

protocolo de investigación enmarcado en el método científico, aplicándolo en la contrastación de las hipótesis (Capítulo 4.1).

La técnica empleada ha sido enmarcada a la investigación científica, es decir: sistemática (siguiendo una secuencia lógica), ordenada (un orden establecido), metódica (no ha sido al azar), racional (análisis reflexivo al momento de levantar la información), y, crítica (con criterio personal para determinar las conclusiones y recomendaciones); con la finalidad de haber podido concluir la presente investigación.

Básicamente, se ha empleado la técnica de la observación de campo, cuya principal ventaja ha sido, recoger y anotar directamente la información.

Instrumentos de recolección de datos.

La observación en las plantas pesqueras, se realizó en horarios de oficina, es decir, de lunes a viernes de 08:30 a 16:30 horas, con la debida autorización del superintendente de planta, o, del ingeniero de turno, según sea el caso.

Se empleó un cuaderno de campo, para tomar nota y registrar lo observado en el recorrido de las instalaciones de las plantas pesqueras, para poder analizar y evaluar el problema planteado en la presente investigación.

Validación de instrumentos por juicios de expertos.

El instrumento de toda investigación estrechamente relacionada con la técnica de la investigación, y como en toda investigación, el instrumento empleado debe de tener un alto grado de confiabilidad (es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes, es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales) para la lectura y registro de los datos.

Los expertos que validan los instrumentos, evalúan de manera independiente: la relevancia, coherencia, suficiencia y claridad, con la que están elaborados los instrumentos de investigación.

Para la presente investigación, la técnica de investigación empleada, ha sido la observación de campo, y la realización de la encuesta.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Diseño de la investigación

La presente investigación ha contemplado un *diseño experimental*, debido a que, se ha medido el efecto de una variable, respecto de la manipulación de otra variable.

No obstante, el proceso de investigación se inició con el planteamiento de la pregunta general: ¿De qué manera se puede desodorizar la harina de pescado en su proceso productivo? y con el objetivo de encontrar suficiente evidencia que responda a esta pregunta, en su favor o en su contra, se realizó lo siguiente:

En primer lugar, se realizaron actividades de investigación preliminar (fuentes secundarias), con la finalidad de poder entender y comprender qué es lo que estaba sucediendo, y el porqué de los malos olores, en la producción de harina de pescado.

En segundo lugar, se realizaron pruebas de campo (fuentes primarias), con la finalidad de poder registrar las lecturas de las variables definidas, y poder analizar el comportamiento de las mismas.

En tercer lugar, con el registro de las variables, se procedió al análisis de las mismas, lo que permitió, la dependencia de, una respecto de la otra, y determinar que, la desodorización de la harina de pescado por el método de la inactivación química, permite disminuir malos olores, en el proceso productivo de la harina de pescado.

3.5.2 Diseño de la investigación para la hipótesis principal.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Se “lavaron los gases”, mediante una columna simple.
- Por el lado superior ingresó una solución de HCl al 5 %.

- Por el lado inferior (por el costado) de la columna ingresaron los gases provenientes de la chimenea.
- La TMA ingresaba junto con los gases provenientes de la combustión que requería el proceso productivo para obtener la harina de pescado.
- Como la TMA, está en estado gaseoso, esta será arrastrada, junto con los demás gases.
- La columna tiene un relleno de anillos *raschig* [llamados así en honor a su inventor, son piezas de geometría tubular cuyo diámetro es aproximadamente igual a su longitud y que se emplean como relleno para columnas en procesos ingenieriles, por lo general son de material cerámico].
- Por el lado inferior sale la solución de lavado y un compuesto derivado de la TMA.
- Se observó los resultados mediante el instrumental para el análisis químico.
- Se registró y analizó los datos obtenidos.

3.5.3 Diseño de la investigación para la hipótesis secundaria N° 1.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Se almacenaron 15 muestras de harina de pescado a 25 °C (temperatura ambiente).
- Se almacenaron durante 15 días.
- Cada muestra de harina de pescado, se envolvió con bolsas de polietileno de baja densidad.
- Cada día transcurrido, se sacó una muestra de harina de pescado, desde el día uno, hasta el día quince.
- A cada muestra se le determinó el contenido de trimetilamina (TMA).

- Se observó los resultados mediante el instrumental para el análisis químico, midiendo su contenido
- Se registró y analizó los datos obtenidos.

3.5.4 Diseño de la investigación para hipótesis secundaria N° 2.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Se refrigeraron 15 unidades de anchoveta (especie marina) a 2 °C.
- Se refrigeraron durante 15 días.
- Cada unidad se envolvió con bolsas de polietileno de alta densidad.
- Cada día transcurrido, se sacó una especie marina para su análisis químico, desde el día uno, hasta el día quince.
- A cada especie marina se le determinó el contenido de trimetilamina (TMA).
- Se observó los resultados mediante el instrumental para el análisis químico.
- Se registró y analizó los datos obtenidos.

3.5.5 Diseño de la investigación para la hipótesis secundaria N° 3.

Se realizaron las siguientes actividades:

- Se entrevistaron a 24 personas de la planta pesquera.
- El muestreo fue aleatorio.
- La entrevista se realizó en un compartimiento cerrado.
- La entrevista fue persona por persona.
- A cada entrevistado se le dio una muestra de harina de pescado desodorizada para su evaluación respectiva.
- A cada entrevistado se le dio un test de encuesta, en la cual la parte medular Para el estudio, era el referido al olor de la harina de pescado.
- Cada entrevistado realizó un análisis olfativo de la muestra entregada, describiendo la intensidad del olor

- El test de la encuesta, registraba, respecto de la calidad del olor de la harina de pescado desodorizada, las siguientes alternativas como respuesta orientadas a medir la intensidad del olor a poescado:
 - ✓ Harina “*sin olor*”.
 - ✓ Harina “*con ligero olor*”.
 - ✓ Harina “*con moderado olor*”.
 - ✓ Harina “*con fuerte olor*”.
- Se observó los resultados del test de la encuesta.
- Se registró y analizó los datos obtenidos.

3.5.6 Estrategias de pruebas de hipótesis

La prueba de hipótesis llevó a la validación de la hipótesis planteada para la presente investigación, y, en consecuencia, permitió también, validar las hipótesis secundarias planteadas.

Los procedimientos de la información recepcionada de la muestra definida, fueron realizados a través de las mediciones de campo en la planta pesquera, ordenando los valores, según las variables indicadas (Capítulo 3.5).

3.5.7 Variables

En la presente investigación se definió una variable independiente y tres variables dependientes.

De la hipótesis principal:

Variable independiente: desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.

De la hipótesis secundaria N° 1.

Variable dependiente: contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado de nivel comercial.

De la hipótesis secundaria N° 2.

Variable dependiente: contenido de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.

De la hipótesis secundaria N° 3.

Variable dependiente: disminución del olor típico a trimetilamina (TMA).

3.6 Análisis de datos

Técnicas de procesamiento de datos.

Una vez concluida la etapa de registro de base de datos en Excel, se realizó el procesamiento y análisis de los datos de los elementos de la muestra determinada.

Para el procesamiento de los datos, se utilizaron herramientas informáticas, la hoja de cálculo de Excel, que recopila y analiza los datos registrados.

Técnicas de análisis de datos e interpretación de la información.

Para el análisis de datos, se examinó los valores registrados, lo cual permitió inspeccionar, limpiar y transformar los datos en una tabla, sólo se consideraron aquellos valores que tiene una mínima desviación estándar.

Para el análisis y muestra de los resultados obtenidos se desarrollan conteos donde se identifican los aspectos relevantes de cada elemento, las notas representativas de cada variable y en particular de cada cuestión.

La presente investigación, es del tipo de investigación metodológica, es decir, será en forma secuencial.

IV. Resultados

4.1. Desodorización de la harina de pescado

4.1.1. Reacción química de la TMA.

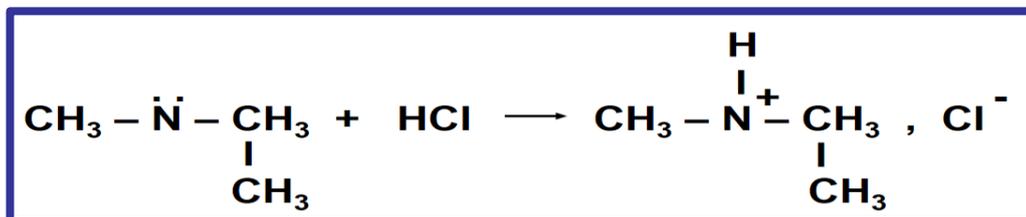


Figura 21: Reacción química de la Trimetilamina.

Compuesto 1: Trimetilamina.

Compuesto 2: Ácido clorhídrico al 5%.

Compuesto 3: cloruro de trimetilamina.

4.1.2. Esquema simple del desodorizador.

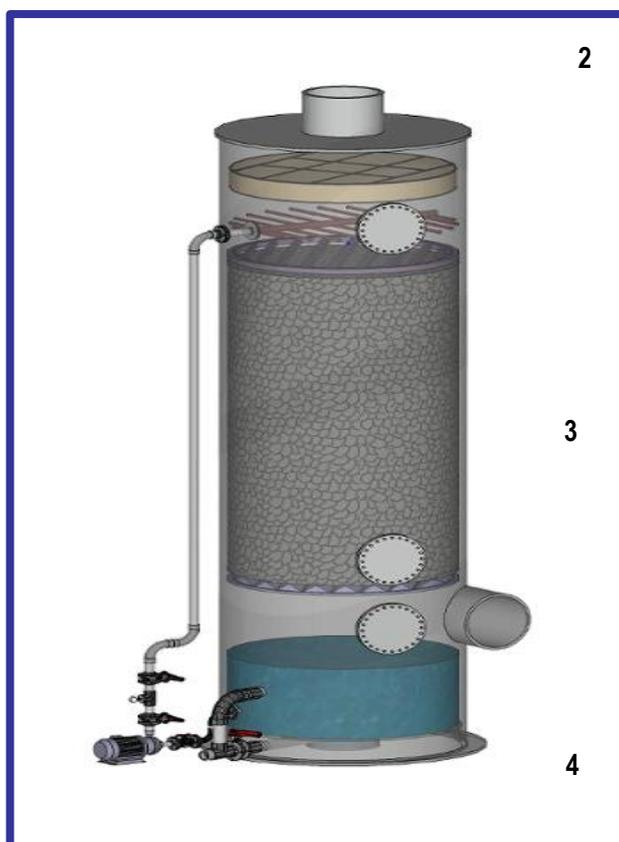


Figura 22. Esquema simple de un desodorizador.

Fuente: Cortesía ENQUIOL.

La Figura 22, muestra el equipo deodorizador:

1. Ingresan los gases provenientes de la chimenea, incluido la TMA.
2. Ingresan la solución de HCl al 5 %.
3. Lecho de anillos raschig.
4. Sale la solución conteniendo el compuesto derivado de la TMA.

4.2. Contrastación de hipótesis general

Hipótesis general: Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir los malos olores.

4.2.1 Plantear el problema.

- Parámetro poblacional de interés: disminución de los “malos olores” causados por la TMA.
- Se asume que: si se reduce los “malos olores” en un 75 %, entonces, se habrá desodorizado la harina de pescado.
- Hipótesis científica: la desodorización de la harina de pescado por el método de la inactivación química disminuye los “malos olores”.

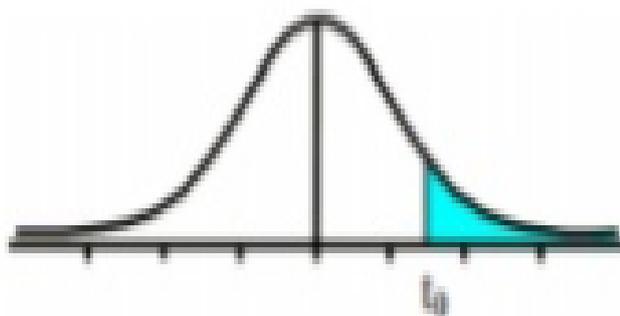
4.2.2 Planteamiento de la hipótesis.

- Hipótesis nula (H_0): la desodorización de la harina de pescado por el método de la inactivación química no disminuye los “malos olores”.
 $\mu < 75$ % eficiencia de remoción
- Hipótesis alternativa (H_1): la desodorización de la harina de pescado por el método de la inactivación química disminuye los “malos olores”. $\mu \geq 75$ % eficiencia de remoción

4.2.3 Especificar los niveles de prueba.

- Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

- Estadígrafo: se asume que la disminución de los “malos olores” causados por la TMA, sigue una distribución normal y se desconoce la desviación estándar.



4.2.4 Recolección de la información muestral.

Tabla 1

Desodorización de la harina de pescado.

N°	Antes de la desodorización (mg N)	Después después de la desodorización (mg N)	Variación (%)
1	200,2	38,5	80,8
2	186,9	35,6	81,0
3	205,5	37,5	81,8
4	195,0	47,4	75,7
5	197,4	39,6	79,9
6	201,6	61,4	69,5
7	204,7	39,9	80,5
8	196,0	42,3	78,4
9	189,5	42,2	77,7
10	198,5	39,2	80,3
11	199,9	41,5	79,2
12	202,1	42,6	78,9
13	199,6	59,4	70,2
14	203,2	41,4	79,6
15	198,7	43,3	78,2

Fuente: Autoría propia

La **Tabla 1**, muestra los datos obtenidos de la harina de pescado, antes y después, de desodorizarla.

4.2.5 Cálculo del valor del estadígrafo de prueba muestral.

Tabla 2.

Desviación estándar para la variación de la desodorización de la harina de pescado.

Estadígrafo	Valor
Media	78,11
Desviación estándar	3,68
Observaciones	15
Grados de libertad	14

Fuente: Autoría propia

La Tabla 2, muestra una desviación estándar de 3,68, para valores con una media de 78,11.

4.2.6 Decisión estadística.

Al ser una desviación estándar pequeña, todos los valores están cercanos a 78,11, es decir, todos los valores están por encima de 75, por tanto, se rechaza H_0 .

4.2.7 Conclusión estadística.

En la distribución, con nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; la muestra aporta evidencia, para concluir que se rechaza la hipótesis nula, en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa, es otras palabras, la desodorización de la harina de pescado por el método de la inactivación química disminuye los “malos olores”.

4.3. Contrastación de las hipótesis secundarias

4.3.1 Hipótesis secundaria N° 1.

Hipótesis secundaria N° 1: Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir el contenido de trimetilamina (TMA).

Recolección de datos de la experimentación: La TMA se determina como nitrógeno volátil expresado en (mg de nitrógeno)

Tabla 3.

Contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado

Días	N volátil (mg N)
0	0,0
1	0,0
2	0,0
3	0,0
4	0,0
5	0,0
6	2,2
7	6,8
8	10,0
9	19,0
10	45,0

Fuente: Autoría propia

La Tabla 3, muestra el contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.

Inferencia:

La tabla 3, muestra que, a medida que pasan los días, el contenido de trimetilaminia (TMA) de la harina, aumenta, en forma directamente proporcional.

4.3.2 Hipótesis secundaria N° 2.

Hipótesis secundaria N° 2: Se determina la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.

Recolección de datos de la experimentación: Al igual que en el análisis anterior, la trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada se determina a partir de la cuantificación del nitrógeno volátil expresado en (mg de nitrógeno) en un periodo consecutivo de doce días.

Tabla 4

Contenido de trimetilamina (TMA) es la especie marina refrigerada.

Días	N volátil (mg N)
1	0,00
2	0,05
3	0,12
4	0,19
5	0,25
6	0,32
7	0,61
8	0,80
9	1,00
10	1,49
11	2,05
12	2,79

Fuente: Autoría propia

La **Tabla 4**, muestra el contenido de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.

Inferencia:

La tabla 4, muestra que, a medida que pasan los días, el contenido de trimetilaminia (TMA) en la especie marina congelada, aumenta, es decir, son directamente proporcionales.

4.3.3 Hipótesis secundaria N° 3.

Hipótesis secundaria N° 3: Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir el olor característico.

Esta hipótesis plantada se verifica con la información que se representa en la figura 23 mediante las barras comparativas.

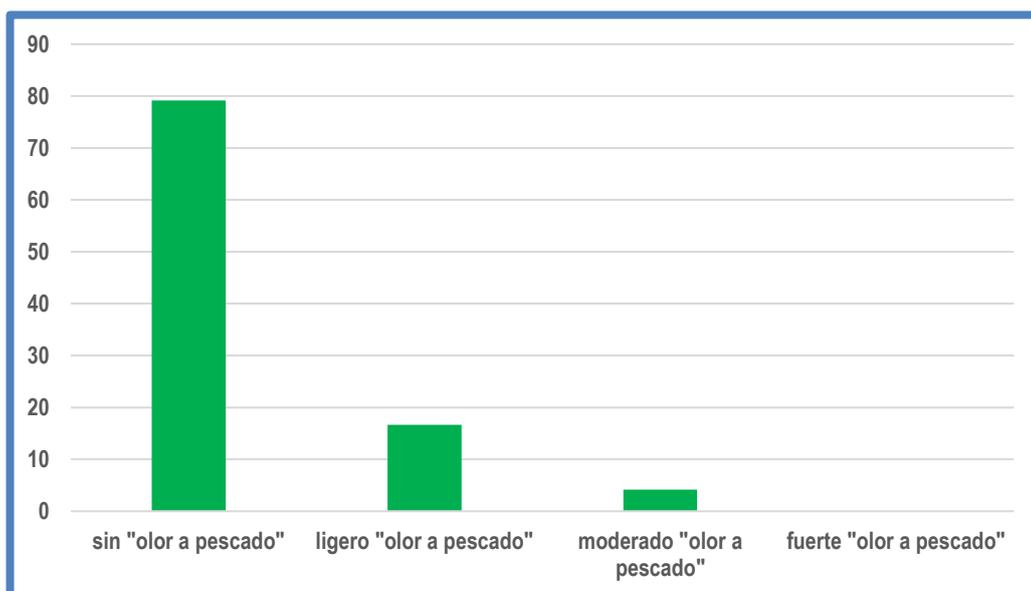


Figura 23. Percepción del olor a pescado.

La Figura 23, muestra el grado de percepción del “olor a pescado”, después de haber desodorizado la harina de pescado en su proceso productivo. El 79% de los entrevistados perciben que la muestra de harina de pescado es sin “olor a pescado”, mientras que el 17 % considera un ligero “olor a pescado”

4.4. Análisis e interpretación

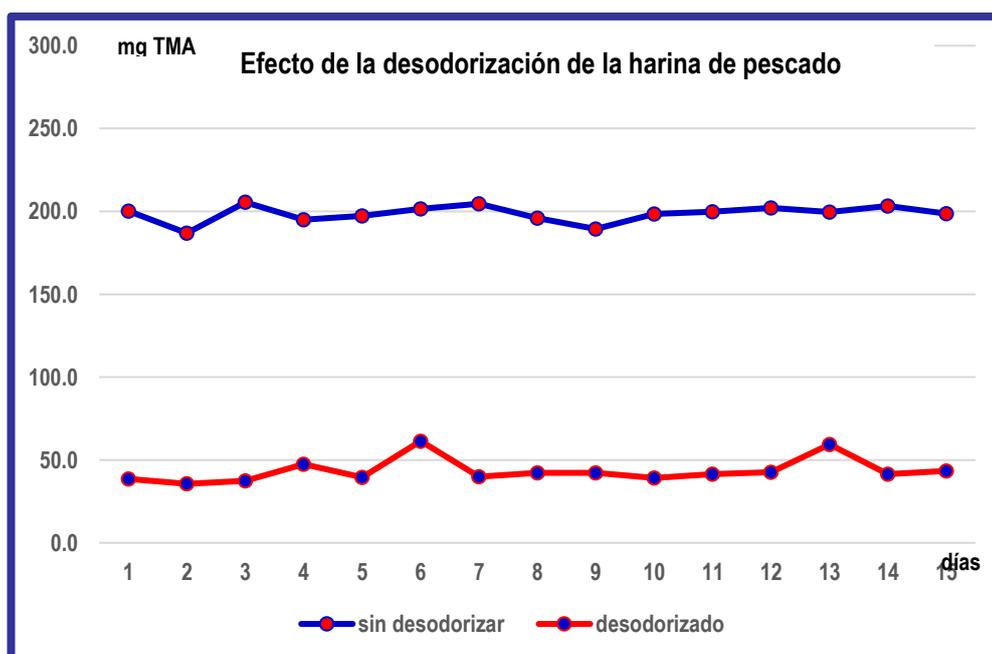


Figura 24. Defecto de la desodorización de la harina de pescado.

La Figura 24, muestra los valores de TMA en la harina de pescado sin deodorizar (línea roja), y los valores de TMA en la harina de pescado desodorizada (línea azul), para quince muestras diferentes.

El propósito fundamental de esta investigación fue determinar desodorización de la harina de pescado por el método de la inactivación química, los resultados de la experiencia, confirman la hipótesis planteada.

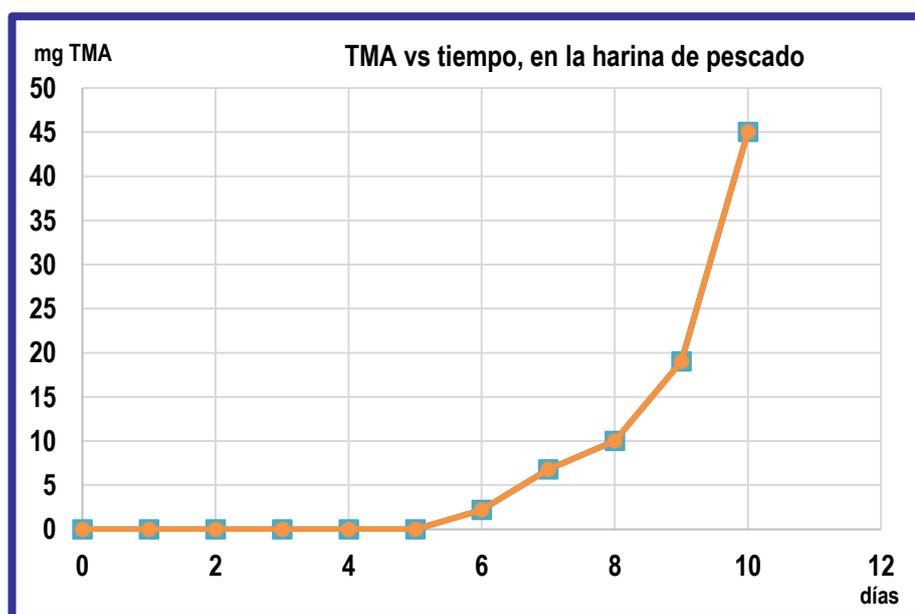


Figura 25. Trimetilamina (TMA) en función al tiempo, en la harina de pescado.

La Figura 25, muestra los valores de TMA en la harina de pescado (línea anaranjada), a medida que transcurre el tiempo, aumenta los niveles de TMA, es decir, la descomposición de la harina de pescado, es un proceso dinámico, y continua en el tiempo.

Los resultados, en esta parte de la experiencia, demuestran que, existe una dependencia entre el contenido de TMA en la harina de pescado en el tiempo, a medida que aumentan los días, aumenta el contenido de TMA, en otras palabras, son directamente proporcionales.

Los resultados de la investigación (Figura 25), determinan la relación matemática del contenido de TMA en la harina de pescado, en función al tiempo, mediante el *análisis de regresión*, dado que las coordenadas permiten graficar: los pares ordenados de tiempo y contenido de TMA; este análisis podría ser incluido en otra investigación.

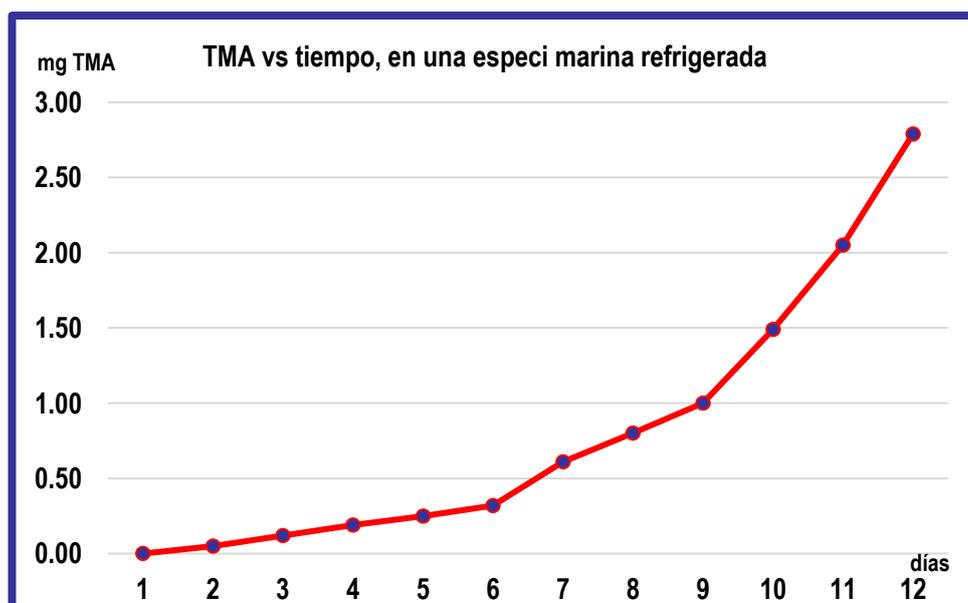


Figura 26. Trimetilamina (TMA) en función al tiempo, en especie marina refrigerada.

La Figura 26, muestra los valores de TMA en la especie marina refrigerada (línea roja), a medida que transcurre el tiempo, aumenta los niveles de TMA, es decir, la descomposición de la harina de pescado, es un proceso dinámico, y continua en el tiempo, a pesar de estar refrigerada.

Los resultados de la experiencia, demuestran que, existe una dependencia entre el contenido de TMA en la especie marina refrigerada en el tiempo, a medida que aumentan los días, aumenta el contenido de TMA, son directamente proporcionales.

Los resultados de la investigación (Figura 26), determinan la relación matemática del contenido de TMA en la especie marina refrigerada, en función al tiempo, mediante el *análisis de regresión*, dado que las coordenadas permiten graficar: los pares ordenados de tiempo y contenido de TMA.

V. Discusión de resultados

La industria de harina de pescado da lugar a una fuerte fuente de contaminación del aire, en su proceso de secado, y el origen de ello, es la presencia de la trimetilamina (TMA).

La hipótesis planteada de la presente investigación, versó en *¿de qué manera se puede desodorizar la harina de pescado en su proceso productivo?*, el fuerte “olor a pescado” de la harina de pescado; este olor, es debido a la presencia de la trimetilamina (TMA), obtenido mediante un proceso de reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA), que se presenta dentro del proceso de descomposición del pez, una vez que este sale del mar.

No es que el pez tenga trimetilamina (TMA) en su estructura molecular, lo que tiene es óxido de trimetilamina (OTMA), y una vez que el pez sale de su hábitat natural (el agua), este muere y comienza la descomposición del pescado, es en este preciso momento en que, mediante la reacción química, pasa de óxido de trimetilamina (OTMA) a trimetilamina (TMA).

Cuando muere el pescado, su proceso de descomposición es acelerado, motivo por el cual, se produce trimetilamina (TMA), a partir del óxido de trimetilamina (OTMA), sería interesante plantear la cinética química de la producción de la TMA a partir del OTMA, tema que quedará pendiente para una próxima investigación.

El Fuerte “olor a pescado” (olor característico) de la harina de pescado, ha sido estudiado por varios investigadores, y a través de los años, todos coinciden en que el principal responsable del mal olor es la trimetilamina (TMA).

El objetivo general de la presente investigación, se estableció en *desodorizar la harina de pescado por el método de inactivación química*, para el cumplimiento del mismo, se requirió la implementación de un desodorizador simple, equipo que

permitió el ingreso de los gases provenientes de la chimenea, incluido la TMA, mientras que ingresa la solución de HCl por encima del equipo, esto permitió que la trimetilamina reaccionara y pase a una solución clorada de trimetilamina, disminuyendo así, la presencia de la TMA, causante de los malos olores.

La deodorizada de la harina de pescado, por el método de inactivación química, permite reducir el fuerte olor característico, logrando así, un aire menos contaminado y más puro, lo que redundará en la preservación del ecosistema circundante a la zona de influencia de las plantas de procesamiento de harina de pescado.

VI. Conclusiones

El método de inactivación química permite desodorizar la harina de pescado, durante su proceso productivo, permitiendo así, disminuir en gran manera, el fuerte característico “olor a pescado”,

Aumenta el contenido de trimetilamina (TMA) presente en la harina de pescado, en la medida que aumentan los días después del proceso productivo.

Aumenta el contenido de trimetilamina (TMA) presente en una especie marina refrigerada, en la medida que aumenta los días después de su refrigeración.

Una vez desodorizada la harina de pescado, por el método de inactivación química, disminuye el olor característico de la harina de pescado.

VII. Recomendaciones

Determinar la toxicidad de la trimetilamina (TMA) en el ser humano, indicando las vías de ingreso al ser humano y el tiempo de exposición en el ambiente laboral.

Realizar análisis comparativos, con harina de pescado procedente de diferentes especies marinas, con la finalidad de poder determinar, cual es la que tiene una mayor menor de producción de trimetilamina (TMA).

Realizar análisis comparativos, con diferentes especies marinas refrigeradas, con la finalidad de poder determinar, cual es la que tiene una menor velocidad de producción de trimetilamina (TMA).

Proponer una legislación basada en el contenido de trimetilamina (TMA) presente en la zona de influencia de la producción de harina de pescado.

VIII. Referencias

- Alcayhuamán G., R. M. y Yaya Beas, R. E. (1997). *Impacto ambiental y reutilización de residuos en la industria de harina de pescado*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario, en la Facultad de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Álvarez T., A (2012). *Vida útil de la dorada almacenada en refrigeración con hielo. Influencia de distintos factores del cultivo*. Tesis para optar el Grado de Doctor, en el Departamento de Fisiología Animal, de la Facultad de Biología, de la Universidad de Murcia. Murcia, España.
- Anderson, C. (2014/10/24). *Ceplan: mar peruano es una oportunidad de desarrollo a futuro*. Recuperado de <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-ceplan-mar-peruano-es-una-oportunidad-desarrollo-a-futuro-526116.aspx>
- Arancibia, C. (2016). *Oxidación-reducción*. Recuperado de <http://dequimica.com/teoria/reduccion-oxidacion>
- Arriaga S., F. E. (2012). *Estudio de perfil y prefactibilidad: Proyecto para la producción de concentrado proteico a partir de la hidrólisis de desechos de la industria procesadora del salmón*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil Industrial en la Escuela de Ingeniería Civil Industrial, de la Universidad Austral de Chile. Santiago, Chile.
- Benítez R. et al. (2008). *Hidrolizados de proteínas. Procesos y aplicaciones*. Revista *Acta Bioquímica*. N° 42 (2): 227-36.
- Cabrera C., C. F. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay*. Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Geografía, con mención en Ordenamiento y Gestión Ambiental. Lima, Perú.

- Cáceda Quiroz, César J. (2003). *Evaluación de la frescura de Scomber japonicus Caballa en hielo*.
- Casas, P. y Sánchez, P. (2009). Harina y aceite de pescado. Ponencia en la Universidad de Los Lagos. Santiago, Chile.
- Casas A., P. y Sánchez T., P. (2016). *Harina y aceite de pescado*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/alphaxis/harina-y-aceite-de-pescado1>
- CECOPESCA (2012). *Guía para el aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España.
- Contreras C. y Cueto M. (2007). *Historia del Perú contemporáneo. Desde las luchas por la independencia hasta el presente*. Fondo Editorial de la Pontificia universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Choi, S. S. y J. M. Regenstein (2000). *Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. Food Chemistry and Toxicology*. [Características físicoquímicas y sensoriales de la gelatin de pescado. *Química de los alimentos y toxicología*]. Revista Journal of food science, vol 2(65), pp. 194-199.
- De la Torre O., G. M. (2013). *Obtención de colágeno y su efecto como capa protectora edible utilizando nisina como preservante en productos cárnicos y quesos*. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Químico en la Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- De Ortega, L. et al. (1970). *Tratamiento de la harina de pescado para hacerla apta para el consumo humano*. Tesis para optar el Título de Químico-Farmacéutico, en la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Diario El Comercio (2012/12/10). *Producción de harina de pescado alcanzará las 900 toneladas este año.*

ECOTEC Ingeniería Ltda (2013). *Estudio: Antecedentes para la regulación de olores en Chile.* Subsecretaría del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Durazo B., E. (2012). *Aprovechamiento de los productos pesqueros.* Editorial de la Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México.

FAO, (2007). *Estado mundial de la acuicultura 2006.* Roma, Italia.

FAO (2014). *Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014.* Roma, Italia.

FAO (2010). *Utilización responsable del pescado.* Roma, Italia.

FAO (2016). *Concentración de la TMA.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>

FAO (2016). *Método de la inactivación química.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/003/x6899e/x6899e05.htm>

FAO (2016). *Olor a pescado causado por la TMA.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s06.htm>

FAO (2016). *Tecnología de la captura de peces.* Recuperado de <http://www.fao.org/fishery/topic/3384/es>

FAO (2016). *Trimetilamina (TMA).* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>

FAO (2016). *Concentración de la TMA.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>

FAO (2016). *Método de la inactivación química.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/003/x6899e/x6899e05.htm>

FAO (2016). *Olor a pescado causado por la TMA.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s06.htm>

- FAO (2016). *Tecnología de la captura de peces*. Recuperado de <http://www.fao.org/fishery/topic/3384/es>
- FAO (2016). *Trimetilamina (TMA)*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>
- IFFO (2015). *Malos olores*. International Fishmeal and Fish Oil Organization. Recuperado de <http://www.worldfishing.net/directory-entries/iffo-international-fishmeal-and-fish-oil-organisation>
- Flores, A. (2014/04/22). *Entrevista a Alejandro flores, Oficial de pesca y acuicultura para América Latina y el Caribe de la FAO*. Diario Gestión.
- Giménez, B., M.C. Gomez-Guillén, P. Montero, (2005). *The role of salt washing of fish skins in chemical and rheological properties of gelatin extracted [El papel del lavado salino de pieles de pescado en las propiedades químicas y reológicas de la gelatina extraída]*. Revista Food Hydrocolloids. 19, pp. 951-957.
- González S., P. A. (2013). *Creación de una microempresa comunitaria para la producción de balanceado a partir de vísceras de pescado en la comuna de Monteverde, Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Administración de Empresas, en la Escuela de Ingeniería de Administración de Empresas, de la Facultad de Ciencias Administrativas, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador.
- Guadix, A. et al., (2003). *Technological processes and methods of control in the hydrolysis of proteins [Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas]*. Departamento de Ingeniería Química de la

- Universidad de Granada. Granada, España. Recuperado de <http://farmacia.ugr.es/ars/pdf/183.pdf>
- Guevara P., R. (2014). *Harinas especiales de pescado*. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.
- IFC, Corporación Financiera Internacional (2007). *Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad. Procesamiento del pescado*. IFC - Corporación Financiera Internacional, grupo del Banco Mundial. Ginebra, Francia.
- IMARPE (2016). *Tecnologías para la pesca*. Recuperado de http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I0170030100000000000000
- Labarca, B. (2016). *La acústica submarina*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/139580646/Martes-Act03-BernardoLabarca>
- López M., H. (2009). *El Perú y el mar, una relación ancestral*. Editorial de la Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú.
- Lurton, X. (2012). *An introduction to underwater acoustics. Principles and applications*. New York, USA.
- Macroestec (2015). *Aplicaciones de los colágenos*. Recuperado de: [Recuperado de http://www.macroestetica.com/quimica-cosmetica/la-piel-de-tilapia-fuente-de-colageno-para-cosmetica](http://www.macroestetica.com/quimica-cosmetica/la-piel-de-tilapia-fuente-de-colageno-para-cosmetica)
- Mariño, S. (2016). *Harina de pescado*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos95/harina-pescado/harina-pescado.shtml>

- Martínez G., T. et al. (2011). *Extracción y caracterización de las propiedades físicoquímicas de gelatina de piel de trucha. Revista electrónica Digital ciencia@uaqro*. Número 4 (2): 26-34. Año 2011.
- McDaid K., J y Aguilar-Manjarrez, J. (2009). *Sistema de información geográfica, sensores remotos y mapeo para el desarrollo y la gestión de la acuicultura marina*. FAO, documento técnico de pesca N° 458. Italia, Roma.
- McNurry, John (2012). *Química orgánica*. Cengage Learning Editors. México D.F., México.
- Medicina D-P., J. A. (2014). *Pesca artesanal en el Perú*. Universidad de Lima. Lima, Perú.
- MINPRO (2010). *Plan nacional de desarrollo acuícola 2010-2021*. Lima, Perú.
- MINPRO (2008). *Situación actual de la acuicultura en el Perú, 2007*. Lima, Perú.
- Monteoliva, A. y Scheneider, P. (2005). *Aplicación de un nuevo método para la evaluación censal de la ictiofauna de embalses: hidroacústica digital y horizontal*. *Revista Limnetica*, 24 (1-2): 161-170. Asociación Española de Limnología. Madrid, España.
- Monterroso C., J. L. (2011) *Estudio de los efluentes del procesamiento de papa en Piura y su potencial uso como fertilizante*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, en el Departamento de Ciencias de la Ingeniería, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Piura. Piura, Perú.
- Paredes G., M. (2004). *Propuesta de un sistema de gestión ambiental para la fábrica UCISA, basada en la Norma ISO 14001*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, en el Departamento de Ciencias de la

Ingeniería, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Piura. Piura, Perú.

Ramírez, J. A. y Velazquez, G. (2015). *Efecto de la gelatina de pescado sobre las propiedades mecánicas en geles se sumiri de alta calidad*. Publicación del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Aztlán. México.

Ramírez L., N. (2014). *Harina a partir de los residuos sólidos crudos del procesado de conservas de filete y grate de Colossoma macropomum (Gamitana) por el método de prensado*. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, en la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Facultad en Industrias Alimentarias, de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.

Robalino J., J. (2009). *Aprovechamiento de residuos pesqueros para la obtención de ácidos grasos omega 3 en el procesamiento de productos alimenticios*. Tesis de Grado para optar el Título de Ingeniero de Alimentos, en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

Sala P., R. y Barroeta L., A. (2003). *Manual de microscopia de piensos*. Editorial de la Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

Salazar et al. (2015). *Taller de artes de pesca de la pesquería artesanal peruana*. Ministerio de la Producción.

Santana R., W. P. (2004). *Incremento en la producción de harina y aceite de pescado para abastecer el mercado local, nacional e internacional*. Tesis para optar el título profesional de Economista en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manabí, Ecuador.

Serrano G., J. C. (2011). *Estandarización de un proceso de extracción de colágeno a partir de los residuos de fileteo de tilapia (Oreochromis sp) y cachama (Piaractus brachypomus)*. Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Química, en la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Toyes V., E. A. (2016). *Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponedoras*. Tesis para optar el grado en Doctor en Ciencias, con mención en, Uso, manejo y preservación de los recursos naturales (orientación acuicultura), en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. La Paz, BCS, México.

Wikipedia (2016). *Harina de pescado*. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Harina_de_pescado

Wikipedia (2016). *Pesca artesanal*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Pesca_artesanal

IX. Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE	INDICADOR
¿De qué manera se puede desodorizar la harina de pescado en su proceso productivo?	Desodorizar la harina de pescado durante su proceso productivo utilizando el método de inactivación química.	Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede disminuir los malos olores.	<ul style="list-style-type: none"> Variable independiente: desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química. 	<ul style="list-style-type: none"> Medición total de gases emanados en el proceso productivo de la harina de pescado.
PROBLEMA SECUNDARIO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS SECUNDARIA	VARIABLE	INDICADOR
1. ¿Cuál es el contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado?	1. Calcular el contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.	1. Si se desodoriza la harina de pescado por el método de inactivación química, se puede aumentar el valor nutritivo de la harina de pescado.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado. 	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.
2. ¿Se puede determinar la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada?	2. Determinar la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.	2. Se determina la producción de trimetilamina (TMA) en una especie marina refrigerada.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: contenido de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada. 	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.
3. ¿En cuánto disminuye el olor característico de la harina de pescado, después de desodorizarla en su proceso productivo?	3. Cualificar la disminución del olor característico de la harina de pescado, después de desodorizarla en su proceso productivo.	3. Disminuye el olor característico de la harina de pescado, después de desodorizarla en su proceso productivo.	<ul style="list-style-type: none"> Variable dependiente: disminución del olor característico. 	<ul style="list-style-type: none"> Grado de percepción de "malos olores" por parte del personal de planta.

Anexo 2: Matriz de recolección de datos

VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO	CRITERO DE EVALUACIÓN	TIPO DE VALOR
Desodorización de la harina de pescado por el método de inactivación química.	Medición total de gases emanados en el proceso productivo de la harina de pescado.	Observación de los resultados, de la composición del análisis químico de gases en el proceso productivo de la harina de pescado.	Escala de observación del instrumental de análisis químico.	<ul style="list-style-type: none"> • % de CO₂. • NH₃. • % H₂S. 	Valor continuo
Contenido de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.	Cantidad de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.	Observación de los resultados, de la cantidad de trimetilamina (TMA) en la harina de pescado.	Escala de observación del instrumental de análisis químico.	gr TMA / Kg de harina de pescado	Valor continuo
Contenido de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.	Cantidad de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.	Observación de los resultados, de la cantidad de trimetilamina (TMA) en la especie marina refrigerada.	Escala de observación del instrumental de análisis químico.	gr TMA / Kg de especie marina refrigerada.	Valor continuo
Disminución del olor característico.	Grado de percepción de "malos olores" del personal de planta.	Encuesta en la planta pesquera TASA.	Cuestionario de la encuesta.	<ul style="list-style-type: none"> • Sin olor a pescado. • Ligero olor a pescado. • Moderado olor a pescado. • Fuerte olor a pescado. 	Valor discreto

Anexo 3: Cálculo del tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de una muestra, de población finita, se emplea la siguiente fórmula estadística:

Población indeterminada:

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Población determinada:

(N = n₀)

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) * Z^2 * p * q}$$

Donde:

- n₀ = [unidades] muestra inicial.
- n = [unidades] tamaño de la muestra.
- N = [unidades] tamaño de la población.
- Z = [valor] nivel de confianza, para una certeza determinada
- p = [%] proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia [probabilidad de éxito].
- q = [%] proporción de la población en referencia que no presenta el fenómeno de estudio [probabilidad de fracaso].
- e = [%] nivel de precisión absoluta, referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio [margen de error].

Para la ecuación anterior, se requiere definir el nivel de confianza (Z) y margen de error (e), basado en el nivel de certeza experimental, mostrados en la siguiente relación estadística:

Certeza [%]	95	94	93	92	91	90	80	62	50
Error [%]	5	6	7	8	9	10	20	38	50
Z	1,95	1,88	1,82	1,75	1,70	1,64	1,27	0,98	0,67

Para las pruebas de campo:

Se asumen los valores de p = 0,98; q = 0,02.

De la tabla anterior, se asume una C = 95 % (e = 5 %), correspondiéndole un Z = 1,95.

Reemplazando estos últimos valores en la primera ecuación, se tiene:

$$n_0 = \left[\frac{(1,95)^2 * (0,98) * (0,02)}{(0,05)^2} \right] = 29,79$$

Por tanto, la muestra inicial es de 30 análisis químicos.

Para el cálculo del tamaño de la muestra, de una población infinita, estadísticamente se asume, $N = n_0$.

$$n = \left[\frac{(30) * (1,95)^2 * (0,98) * (0,02)}{(5)^2 * (30 - 1) + (1,95)^2 * (0,98) * (0,02)} \right] = 15,25$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra (número de análisis químicos) es de 15 análisis.

Para las encuestas:

Para la presente investigación, se tiene un $N = 35$.

Se asumen los valores de $p = 0,95$; $q = 0,05$.

De la tabla anterior, se asume una $C = 95\%$ ($e = 5\%$), correspondiéndole un $Z = 1,95$.

Reemplazando estos últimos valores en la segunda ecuación, se tiene:

$$n = \left[\frac{(35) * (1,95)^2 * (0,95) * (0,05)}{(5)^2 * (35 - 1) + (1,95)^2 * (0,95) * (0,05)} \right] = 23,79$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra [número de encuestados] es de 24 personas.