

“MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERU”

FACULTAD DE INGENIERIA.

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL.

TÍTULO:

"EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL GRADO DE DETERIORO DE LA ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) EN EL CONTENIDO DE OMEGA 3, PARA TRES ZONAS DE PESCA"

TESISTA:

ELVIS RAUL VILLAVERDE NICOLAS.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL.

PUERTO MALDONADO – PERU

DICIEMBRE DEL 2016

ASESOR DE TESIS:

ING. JULIAN COLQUEHUANCA VILCA.

Docente de la facultad de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Amazónica De Madre De Dios.

DEDICATORIA

A mi Madre Antonia, por haberme dado la vida y apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien pero más que nada, por su incomparable amor brindado.

A mi padre Raúl por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaban y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, y por tu amor que me diste y desde el cielo me lo sigues dando.

A mi hermano Alfredo, hermanas: Vanesa, Esperanza, Y Ruth por su apoyo incondicional en todos mis años universitarios, y más que nada por ser un ejemplo para mí.

A mi querida Sharo, tú que eres mi apoyo en todo momento, me inspiras superación y ganas de salir adelante.

Y a todos mis amigos que forman parte de mi vida que de alguna forma me dan fortalezas para salir adelante...

...A todos ellos de todo corazón GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Ing. Julián Colquehuanca Vilca, por su valiosa guía y paciencia, por las muestras de amistad y sobre todo por su gran compromiso en la asesoría de la presente investigación.

A Tecnológica De Alimentos S.A por haberme dado la oportunidad de pertenecer a su gran familia empresarial, y permitirme conocer los fundamentos y principios del sector pesquero-industrial del Perú, hacia inspirarme en realizar esta investigación.

Al M. Sc. Víctor castro Zavaleta decano de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional Del Santa por recibirme en su facultad como tesista proveniente de otro universidad.

Al Ing. Gilbert Solís Jefe del Instituto de Investigación Agroindustrial (ITA) de la Universidad Nacional del Santa, por haberme facilitado el laboratorio de cromatografía para poder realizar la presente investigación.

A los docentes de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial por sus enseñanzas y apoyo durante nuestra formación profesional.

INDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
CAPITULO 1: INTRODUCCION.....	13
1.1. Situación problemática.....	13
1.2. Planteamiento del problema.....	14
1.3. Justificación	14
1.4. Objetivo general.....	16
1.5. Objetivos específicos.....	16
CAPITULO 2: MARCO TEORICO	17
2.1. Anchoqueta (<i>Engraulis ringens</i>).....	17
2.1.1. Características de la especie.....	17
2.1.2. Aspectos biológicos	17
2.1.2.1. Edad y crecimiento	17
2.1.2.2. Reproducción	18
2.1.2.3. Alimentación	18
2.1.3. Pesquería.....	18
2.1.4. Patrones de distribución y abundancia.....	19
2.1.5. Geología del Mar Peruano.....	21
2.1.5.1. Aspecto geomorfológico de la zona costanera.....	22
2.1.6. Evaluación de la calidad y frescor del pescado.....	25
2.2.1 Nitrógeno Básico Volátil Total (N-BVT)	27
2.2.1.1 Oxido de Trimetilamina (OTMA)	28
2.2.1.2 Trimetilamina	29
2.2.1.3 Dimetilamina	31
2.2.1.3 Determinación de TBVN.....	32
2.3 Lípidos.....	33
2.3.1 Clasificación de lípidos	33
2.4 Ácidos Grasos.....	36
2.4.1 Ácidos grasos saturados	36
2.4.2 Ácidos grasos insaturados (PUFAS).....	37
2.4.3 Los ácidos grasos Omega-3 y 6	38
2.5 La producción de aceite de pescado.....	41
2.5.1 El aceite de pescado.....	43

2.5.2	Obtención del aceite de pescado	46
2.5.2.1	Flujo de sólidos.....	46
2.5.2.2	El flujo de líquidos.....	47
2.5.2.3	Separación.....	49
2.5.2.4	Purificación	50
CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOS		57
3.1	Lugar de ejecución	57
3.2.	Materiales y equipos	57
3.2.1	Materia prima.....	57
3.2.2.	Reactivos	58
3.2.3.	Materiales de vidrio	58
3.2.4.	Equipos.....	59
3.3.	Procedimiento experimental de la investigación	59
3.4.	Análisis fisicoquímico de la materia prima	61
3.4.1.	Humedad.....	61
3.4.2.	Nitrógeno básico volátil total (TBVN).....	61
3.4.3.	Proteína	61
3.4.4.	Grasa	61
3.4.5.	Ceniza.....	61
3.4.6.	Análisis del perfil lipídico por cromatografía de gases.....	61
3.5.	Obtención del aceite de pescado	64
3.5.1.	Recepción	65
3.5.2.	Almacenamiento	65
3.5.3.	Cocción.....	65
3.5.4.	Prensado	65
3.5.5.	Separación de Sólidos	66
3.5.6.	Recalentamiento	66
3.5.7.	Centrifugación	66
3.5.8.	Pulido	66
3.5.9.	Almacenamiento	66
CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIONES		67
4.1	Resultados fisicoquímicos de la materia prima	67
4.2.	Perfil Lipídico en la Anchoqueta Cruda efecto del grado de deterioro y zona de pesca sobre el porcentaje de DHA.	70

4.3. Efecto del grado de deterioro y zona de pesca sobre el contenido de EPA	
	77
4.4. Correlación de variables	80
4.4.1. Grado de deterioro (TBVN) Vs. el contenido de DHA	80
4.4.2. Grado de deterioro (TBVN) VS % EPA	82
4.4.3. Grado de deterioro VS % Omega 3	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	98
ANEXO 01: MATERIA PRIMA UTILIZADA	98
ANEXO 02: ANALISIS FISICO QUIMICO A LA MATERIA PRIMA <i>engraulis ringens</i>	104
ANEXO 03: CROMATOGRAMAS	124

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)	17
Figura 2: Mapa de especies de peces	20
Figura 3: Distribución de biomasa en la costa norte, centro y sur	23
Figura 4: Vías Metabólicas de Formación de aminas biogénicas	26
Figura 5: Distribución de nitrógeno no proteico en el musculo del pez	29
Figura 6: Reducción de la OTMA por la OTMA-reductasa	30
Figura 7: Formula química de Trimetilamina	31
Figura 8: Formula química de Dimetilamina	32
Figura 9: Clasificación de los lípidos	34
Figura 10: Estructura de las grasas	35
Figura 11: Estructuras espaciales de los acidos grasos saturados e insaturados	37
Figura 12: Fórmula estructural del ácido docohexaenoico (DHA)	39
Figura 13: Fórmula estructural del ácido eicosapentaenoico (EPA)	39
Figura 14: Etapas metabólicas de la biosíntesis de ácidos grasos omega-6 y omega-3 a partir de sus precursores	41
Figura 15: Exportaciones peruanas de aceite de pescado en volumen (miles TM) y precio (US\$/TM) 2000-2011.	42
Figura 16: Flota y arte de pesca	47
Figura 17: Decantador de aceite	49
Figura 18: Centrifuga de aceite	50
Figura 19: Pulidora de aceite de pescado	51
Figura 20: Esquema de obtención de aceite y harina de pescado	51
Figura 21: Tipos de correlación, (A) variables no correlacionadas ($r=0$); (B) correlación lineal negativa ($r=-1$); (c) correlación no lineal ($r=0$), (D) correlación lineal positiva ($r=+1$).	54
Figura 22: Escala de coeficiente de correlación	56
Figura 23: Esquema experimental del proceso de obtención de aceite de pescado	63
Figura 24: Flujo de operaciones para la obtención de aceite de pescado	64

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de barras de zona de pesca vs. Grado de deterioro para % DHA	73
Gráfico 2: Gráfico de contorno zona de pesca vs. Grado de deterioro para % DHA	74
Gráfico 3: Gráfico de superficie zona de pesca vs. Grado de deterioro para % DHA	74
Gráfico 4: Gráfico de cajas % DHA por zona de pesca	75
Gráfico 5: Gráfico de cajas % DHA por grado de deterioro	76
Gráfico 6: Gráfico de cajas % EPA para las zonas de pesca de Chimbote, Islas Pelao y Salaverry.....	77
Gráfico 7: Gráfico de cajas % EPA por grados de deterioro	78
Gráfico 8: Gráfico de barras de zona de pesca vs. Grado de deterioro para % EPA	79
Gráfico 9: Gráfico de contorno zona de pesca vs. Grado de deterioro para % EPA	80
Gráfico 10: Modelo Ajustado.....	82
Gráfico 11: Gráfico para el Modelo Ajustado.....	84
Gráfico 12: Gráfico para el modelo Ajustado	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido de EPA Y DHA del aceite obtenido de diferentes especies marinas.....	44
Tabla 2: Diseño experimental	60
Tabla 3: Resultados del análisis proximal de la Anchoqueta para la Zona de pesca Chimbote	67
Tabla 4: Resultados del análisis proximal de la Anchoqueta para la Zona de pesca Islas Pelao	68
Tabla 5: Resultados del análisis proximal de la anchoqueta para la zona de pesca Salaverry.....	68
Tabla 6: Resultados del perfil lipídico para la zona de pesca de Chimbote.....	70
Tabla 7: Resultados del perfil lipídico para la zona de pesca de Islas Pelao	71
Tabla 8: Resultados del perfil lipídico para la zona de pesca Salaverry	71
Tabla 9: ANOVA para el DHA	72
Tabla 10: ANOVA para el EPA.....	77
Tabla 11: Coeficientes.....	81
Tabla 12: Análisis de Varianza.....	81
Tabla 13: Coeficientes.....	83
Tabla 14: Análisis De Varianza	83
Tabla 15: Coeficientes.....	85
Tabla 16: Análisis de Varianza.....	85

RESUMEN

El análisis del contenido graso de la anchoveta (*Engraulis ringens*) proveniente de tres diferentes zonas de pesca escogidas cuidadosamente por su alta disponibilidad y abundancia de producto hidrobiológicos principalmente la anchoveta estos son las zonas de “Chimbote” ubicado a la altura del departamento de Ancash, zona de pesca de “Islas Pelao” a la altura del departamento de Lima y zonas de “Salaverry” a la altura del departamento de La Libertad. De estas tres zonas de pesca se trabajó con materia prima con distinto grado de deterioro medido por el TBVN (total de bases volátiles nitrogenadas) de los cuales se tiene TBVN de 22, 28,33, y 40 (mg N/100gr de pescado) en promedio para cada zona de pesca, con el fin de medir la variación en la concentración de omega 3, para medir esta fluctuación en las concentraciones se utilizó el método de cromatografía de gases donde se analizó indicadores como la concentración de DHA (ácido docosahexaenoico 22:6n-3) y EPA (ácido eicosapentaenoico 20:5n-3) obteniéndose mayores resultados de omega 3 para las zonas de pesca de Salaverry 40.16 % en promedio, y menor concentración de omega 3 para la zona de Chimbote en promedio con 39.84 %, esto conformado por la suma de DHA + EPA, la interacción entre las variables grado de deterioro y la concentración de omega 3 tiene una correlación de 0,102 esto indica indicando una relación relativamente débil entre las variables. Sin embargo al analizar los componentes del omega 3; DHA con el grado de deterioro se tiene una correlación positiva de 0.62 esto indica una alta relación entre variables cuando aumenta el grado de deterioro se tiene una mayor concentración de DHA, en caso del EPA se tiene una correlación negativa de -0.72 lo cual indica una alta relación entre variables cuando aumenta el grado de deterioro, disminuye la concentración de EPA.

PALABRAS CLAVE: omega 3, ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosahexaenoico (DHA).

ABSTRACT

The analysis of the fat content of anchovy (*Engraulis ringens*) from three different fishing areas carefully chosen for their high availability and abundance of aquatic product mainly anchovy these are the areas of "Chimbote" located at the height of the department of Ancash, fishing zone "Pelao Islands" at the height of the department of Lima and areas "Salaverry" up to the department of La Libertad. Of these three fishing areas worked with raw materials with different degrees of deterioration measured by the TBVN (total volatile nitrogen bases) of which has TBVN 22, 28,33, and 40 (mg N / 100g of fish) averaged for each fishing area, in order to measure the variation in the concentration of omega 3 to measure the concentration fluctuation in the gas chromatography method was analyzed as indicators where the concentration of DHA (docosahexaenoic acid 22 was used : 6n-3) and EPA (eicosapentaenoic acid 20: 5 n-3) to obtain better results of omega 3 for the fishing of Salaverry 40.16% on average, and lower concentration of omega 3 for the zone of Chimbote on average 39.84% this made up of the sum of DHA + EPA, the interaction between the variables degree of impairment and the concentration of omega 3 has a correlation of 0.102 indicating this indicates a relatively weak relationship between variables. But when analyzing the components of omega 3; DHA with the degree of deterioration has a positive correlation of 0.62 this indicates a high ratio of variables when the degree of deterioration increases it has a higher concentration of DHA, EPA if there is a negative correlation of -0.72 indicating a high relationship between variables when the degree of deterioration increases, decreases the concentration of EPA.

KEY WORDS: omega-3, eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA).

CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1. Situación Problemática

Una de las principales características de los lípidos en los peces es su alto nivel de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Estos ácidos grasos son conocidos por sus efectos benéficos para la salud humana, sin embargo son altamente susceptibles a la oxidación lipídica. Las reacciones de oxidación lipídica están relacionados principalmente a los ácidos grasos insaturados, constituyentes fundamentalmente de la estructura y responsables de asegurar la integridad funcional de las membranas biológicas, los factores que influyen en la oxidación de las materias grasas son la cantidad y disponibilidad de oxígeno presente, factores ambientales (humedad, temperatura, luz) el grado de insaturación de los ácidos grasos en presencia de los metales, enzimas, pigmentos, y sustancias pro-oxidantes en general (Araujo, 2004)

El lugar y época de captura producen grandes cambios en el contenido de omega 3 del aceite aun cuando se trate del mismo pescado. Conforme la temperatura del agua disminuye, aumenta el grado de insaturación de los ácidos grasos en los tejidos para compensar la reducción de la fluidez de las membranas debida a la baja temperatura. Lo contrario ocurre en las regiones templadas, donde la temperatura del agua es mayor a 12°C, y el aceite obtenido después de procesar el pescado puede tener una reducción significativa del contenido de omega 3. Las condiciones para la conservación del pescado después de la captura y el posterior proceso industrial determinan el contenido final de ácidos grasos en el aceite (Aubourg et al., 1996; Aro et al., 2000; Refsgaard et al., 2000).

1.2. Planteamiento del problema

El aceite de pescado de acuerdo a su perfil lipídico consta de 31-35 % de omega -3 siendo el EPA el componente mayoritario y el DHA de menor proporción (Conchillo, 2006), la cantidad de omega-3 se sostiene que es variable de acuerdo a la zona de pesca de donde procede la materia prima y al grado de descomposición que presente la misma que está muy relacionado con las pérdidas de componentes proteicos y funcionales en el pescado, en la industria harinera se caracteriza porque se procesa anchoveta con diferentes grados de degradación esto debido a que la captura de la materia prima se realiza en altamar en diferentes zonas y a diferentes distancias y tiempos del puerto donde será procesada, esta característica hace que al final en la planta de procesamiento se tenga una materia prima con diferentes grados de degradación TBVN (Total de Bases Volátiles Nitrogenadas) que generalmente fluctúa entre (15 – 50) mg/100gr pescado.

Debido a esto el presente proyecto de investigación plantea evaluar el contenido de omega 3 en el aceite obtenido de la anchoveta (*Engraulis ringens*) a partir de anchoveta como materia prima con diferentes grados de deterioro, con los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el grado de deterioro de la anchoveta de tres zonas de pesca
- Determinar el perfil lípido de las grasas de anchoveta cruda.
- Determinar la correlación del grado de deterioro de la materia prima (anchoveta) y el perfil de omega de 3 en la grasa cruda con respecto a tres zonas de pesca.

1.3. Justificación

En el año 2013 de acuerdo a la biomasa presente en el mar del Perú se autorizó la captura 3.1 millones Toneladas de anchoveta los cuales fueron destinados para la producción de harina y aceite de pescado (IMARPE pág. web oficial), el 2012 se capturo 3.8 millones de toneladas, y el 2011 se capturo 7 millones de toneladas, según estudios del IMARPE la biomasa está en constante cambios en cuanto a su volumen y por tanto afecta la

disponibilidad de materia prima para el sector pesquero específicamente a los productores de harina y aceite de pescado, el cual se debe reconocer como la segunda actividad económica más importante del país después de la minería, por tanto el sector pesquero en los últimos años ha puesto énfasis en mejorar sus procesos, calidad, para obtener mejores rendimientos y ser estables y rentables económicamente, con esta investigación trato de dar una base técnica y teórica para después según sean las circunstancias tener un nuevo parámetro de clasificación del aceite de pescado en función a la cantidad de omegas que presente, cuyo único fin será de dar valor agregado al producto en mención

En los años 1980 hasta 1990 la tonelada de aceite de pescado se valorizaba en \$ 300-400 el producto en su totalidad era destinado como ingrediente en la elaboración de alimentos para pescado y piensos para animales, jabones, mantecas y margarinas ya en el año 2010-2012 el valor de la tonelada de aceite de pescado fluctuaba entre \$ 1300 – 1800 , ya para estos años se deja de utilizar el aceite para la preparación de productos en base a la hidrogenación como son las margarinas y mantecas que producen isómeros trans perjudiciales para la salud.(Valenzuela, 1999).

en el año 2013 el precio del aceite de pescado se encuentra entre los \$ 2000 – 2500 por tonelada, Finalmente, la industria farmacéutica y nutracéutica representa un porcentaje importante de la demanda actual , donde se utiliza para la preparación de cápsulas, concentrados de omega-3, emulsiones y otras formas consumibles para consumo humano (Simopoulos, 2000). Como se demuestra la tendencia actual para el precio y el uso del aceite de pescado es de acuerdo a sus características farmacéuticas y nutracéuticas todo esto fundamentalmente a que el aceite de pescado presenta un alta concentración de omega-3, el precio en el futuro que tenga el aceite estará determinado por la cantidad de omegas que presente el producto así lo señalan expertos en el sector pesquero y farmacéutico.

El aceite de pescado de acuerdo a su perfil lipídico consta de 31-35 % de omega -3 siendo el EPA el componente mayoritario y el DHA de menor

proporción (Conchillo, 2006), la cantidad de omega-3 se sostiene que es variable de acuerdo a la zona de pesca de donde procede la materia prima y al grado de descomposición que presente la misma que está muy relacionado con las pérdidas de componentes proteicos y funcionales en el pescado, en la industria harinera se caracteriza porque se procesa anchoveta con diferentes grados de deterioro y/o degradación esto debido a que la captura de la materia prima se realiza en altamar en diferentes zonas y a diferentes distancias y tiempos del puerto donde será procesada, esta característica hace que al final en la planta de procesamiento se tenga una materia prima con diferentes grados de degradación TBVN (Total de Bases Volátiles Nitrogenadas) que fluctúa entre (15 – 50) mg/100gr.

1.4. Objetivo general

Evaluar la influencia del grado de deterioro de anchoveta en el contenido de omega 3 para tres de zonas de pesca.

1.5. Objetivos específicos

- 1.5.1. Determinar el grado de deterioro de la anchoveta de tres zonas de pesca
- 1.5.2. Determinar el perfil lípido de las grasas de anchoveta cruda.
- 1.5.3. Determinar la correlación del grado de deterioro de la materia prima (anchoveta) y el perfil de omega de 3 en la grasa cruda con respecto a tres zonas de pesca.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1. Anchoveta (*Engraulis ringens*)

2.1.1. Características de la especie

La anchoveta es una especie pelágica, de talla pequeña, que puede alcanzar hasta los 20 cm de longitud total. Su cuerpo es alargado poco comprimido, cabeza larga, el labio superior se prolonga en un hocico y sus ojos son muy grandes. Su color varía de azul oscuro a verdoso en la parte dorsal y es plateada en el vientre. Vive en aguas moderadamente frías, con rangos que oscilan entre 16° y 23°C en verano y de 14° a 18°C en invierno. La salinidad puede variar entre 34,5 y 35,1 UPS. La anchoveta tiene hábitos altamente gregarios formando enormes y extensos cardúmenes que en periodos de alta disponibilidad, facilita que sus capturas sean de gran magnitud. (IMARPE, 2010).



Figura 1: Anchoveta (*Engraulis ringens*)

Fuente: IMARPE, (2010).

2.1.2. Aspectos biológicos

2.1.2.1. Edad y crecimiento

La anchoveta es una especie de crecimiento rápido, su ingreso a la pesquería se da a una talla entre 8 a 9 cm de longitud total (5 a 6 meses de edad), principalmente entre diciembre y abril, siendo los

grupos de edad de uno y dos años los que constituyen mayormente las capturas. (IMARPE, 2010).

2.1.2.2. Reproducción

La anchoveta tiene sexos separados, alcanza su madurez sexual a los 12 cm y se reproduce mediante la producción de huevos por parte de las hembras, que son fertilizados por el macho en el agua y el embrión se desarrolla fuera del cuerpo de la hembra. El desove de la anchoveta abarca casi todo el año, con dos periodos de mayor intensidad, el principal en invierno (agosto-setiembre) y otro en el verano (febrero-marzo). (IMARPE, 2010).

2.1.2.3. Alimentación

La anchoveta es planctófaga por excelencia, es decir que se alimenta exclusivamente de plancton (fitoplancton y zooplancton). Durante eventos El Niño, la anchoveta se alimenta mayormente de copépodos y eufausidos; disminuyendo el consumo de fitoplancton en su dieta. (IMARPE, 2010).

2.1.3. Pesquería

La pesca de anchoveta se realiza a lo largo de todo el litoral peruano. La captura de anchoveta se realiza con embarcaciones de cerco, comúnmente conocidas como “bolicheras” y utilizan redes con abertura de malla de 13 mm.

La anchoveta también es capturada por las embarcaciones artesanales. La serie histórica de capturas de anchoveta desde 1950 al 2005, muestra un crecimiento importante de las capturas Después de El Niño 1982-1983, con un máximo en 1994, disminuyendo por efecto del Niño 1997-1998, seguido por una

rápida recuperación en 1999 y el 2000. Los principales puertos de desembarque durante el 2005 fueron: Chimbote, Pisco y Chancay. (IMARPE, 2010).

2.1.4. Patrones de distribución y abundancia

En el Pacífico Sudeste su distribución geográfica abarca el litoral peruano y chileno, entre los 03°30' y 37°00'S; diferenciándose dos stocks: norte-centro de Perú (03°30' – 16°00'S) que registra las mayores concentraciones y el stock sur Perú – norte Chile (16°01' – 24°00S). En periodos normales es capturada en la franja costera, dentro de las 60 millas náuticas y a profundidades menores de 100 metros. Su distribución vertical está en relación con las condiciones ambientales. (IMARPE, 2010).

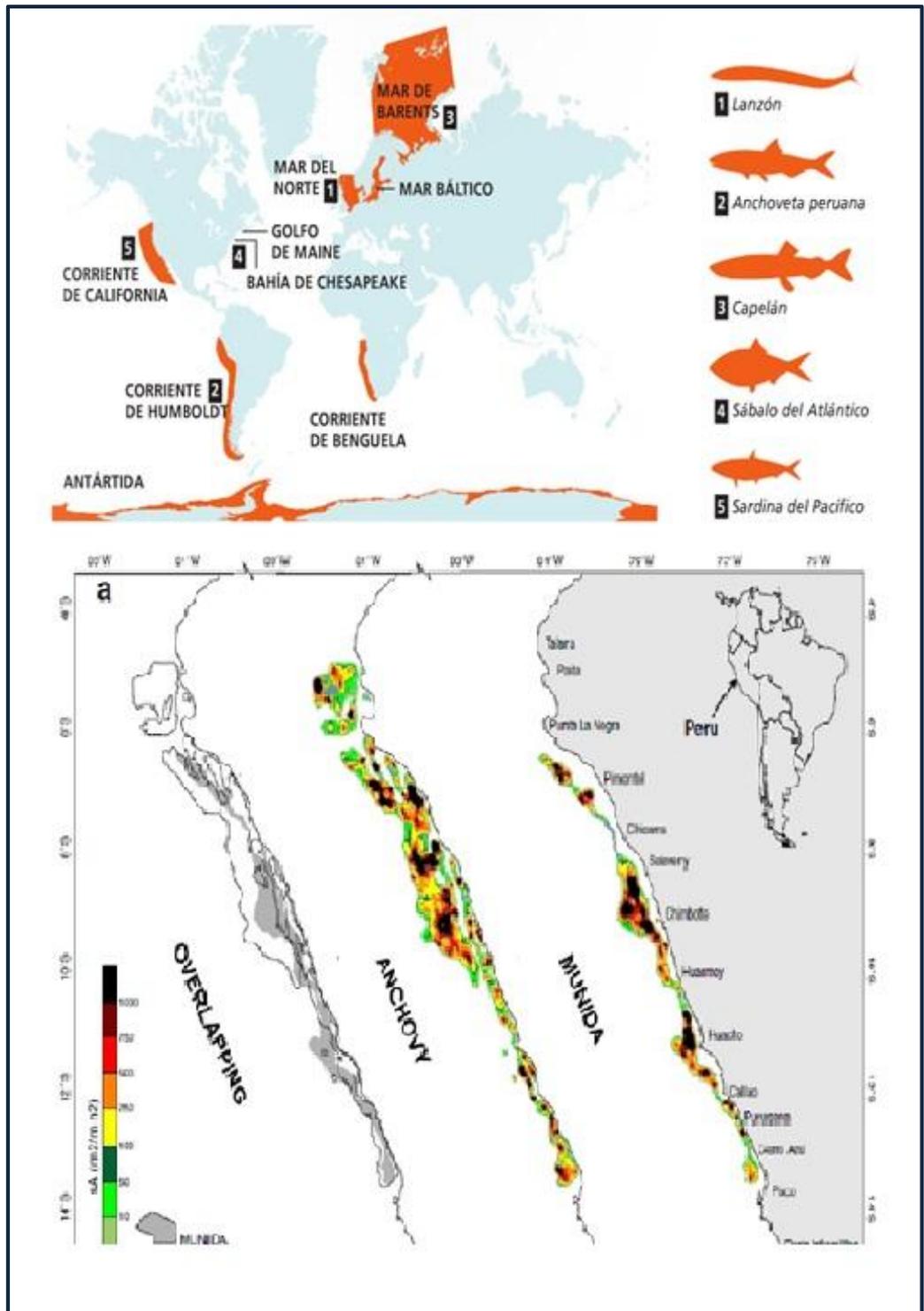


Figura 2: Mapa de especies de peces

Fuente: Revista Pesca Perú, (2012).

2.1.5. Geología del Mar Peruano

De acuerdo a Petersen (1972), la playa a lo largo de toda la costa Peruana posee 2815 km, incluidas bahías, experimentando variaciones locales en algunas zonas como (por ejemplo acreción en el delta del río Tumbes). El área terrestre adyacente al mar (litoral, zona costera o costa propiamente dicha), no tiene un límite preciso que sea marcado por un accidente topográfico único, siendo el uso de estos términos variable según se dé mayor énfasis a algún factor geográfico ó económico. También se considera según otros autores la zona costera como la franja limitada por la parte emergida próxima a la línea de pleamar y la línea situada en el mar bajo la cual aún persiste o es notorio el efecto de las olas. Esta suele corresponder a una isóbata de 25 a 35 m (Petersen, 1972).

El litoral peruano posee un aspecto morfológico variado, caracterizado por llanuras desérticas y cerros elevados. La modelación de la superficie obedece a la erosión subaérea y fluvial. Existen amplias áreas a manera de cubetas originadas por deflación del viento que elimina productos del intemperismo mecánico (como ocurre en el desierto de Ica). En otras regiones enormes masa de arena fina se acumulan, desarrollando grandes arenales y campos de médanos (Petersen, 1972).

En el litoral discurren más y 57 ríos de caudal permanente e intermitente que nacen en la vertiente occidental de los andes, y muchos otras cauces fluviales de menor longitud que estuvieron activas en épocas no muy antiguas, cuando las condiciones climáticas fueron más húmedas. Una considerable porción de material detrítico erosionado en las vertientes occidentales de la cordillera, se deposita en el mismo continente, adoptando diferentes formas morfológicas y constituyendo mayormente sedimentos clásticos. El material fangoso, transportado en suspensión por las corrientes turbulentas que desembocan en el mar, se incorpora finalmente al fondo marino al sedimentar en

zonas proximales o distales de la desembocadura (Petersen 1972).

2.1.5.1. Aspecto geomorfológico de la zona costanera

Los factores de orden climatológico, edafológico, fitogeográfico y otros, dependen principalmente del desarrollo tridimensional de la estructura morfológica del país. Dichas fuerzas han dado lugar a una multitud de formas del país que requiere un ordenamiento detallado y general para que se llegue a una interpretación de los rasgos dominantes del relieve de la tierra. Fenómenos de primer orden constituyen los continentes y océanos; entre los de segundo orden se clasifican las formas constitutivas producidas por las fuerzas endógenas de la tierra (principalmente cordilleras) y exógenas (volcanes, flujos de lava); la de tercer orden abarcan todos los aspectos creados por la destrucción de las nombradas configuraciones, actuando para este efecto los agentes de erosión y transporte superficial del material originado.

De las unidades fisiográficas resultantes en las costas del Perú, de acuerdo al análisis de varios científicos y recogidos por (Petersen 1972), se hallan los siguientes complejos:

- a) Cordillera de la costa en el noroeste y suroeste del litoral
- b) Llanuras y depresiones del litoral

La costa peruana según Schweigger (1964) está dividida en tres zonas, definidas por sus distintas características en el litoral, estas son zona norte, zona centro y zona sur. De los tres segmentos, a grandes rasgos, la margen meridional tiene una tendencia perenne a la emersión, la margen central tiene una

tendencia al hundimiento, esto se explica por la presencia de material más denso en su estructura cortical y la margen del noroeste, anómala y cuyo desarrollo estaría ligado a los fenómenos tectónicos del Golfo de Guayaquil (Machare et al, 1986).

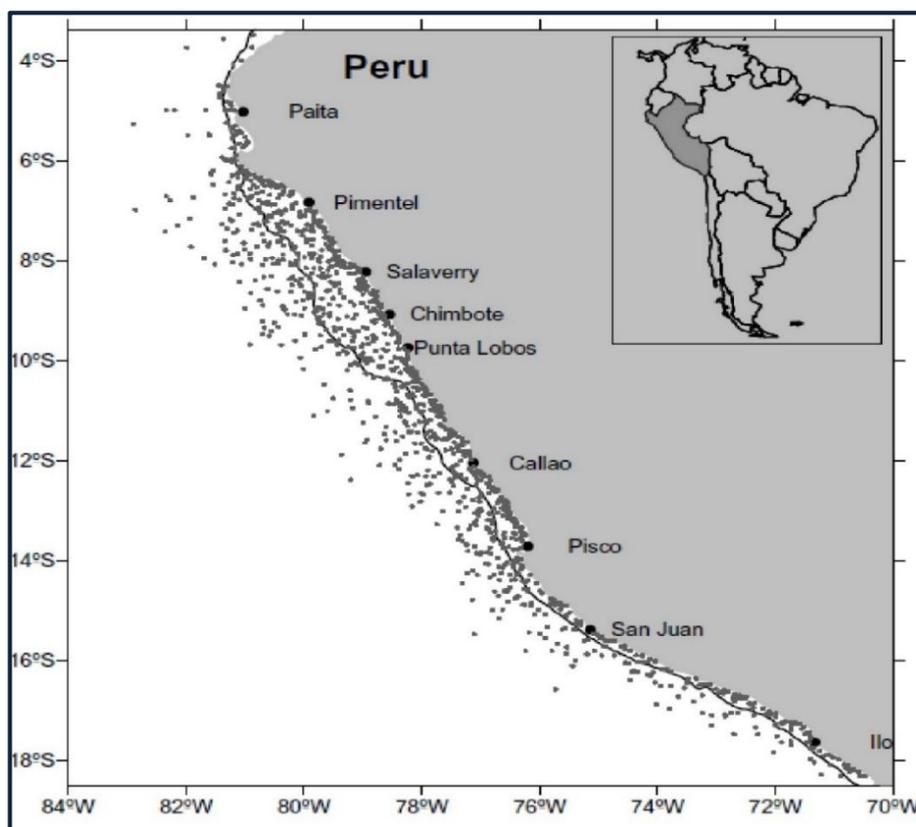


Figura 3: Distribución de biomasa en la costa norte, centro y sur

Fuente: Schweigger, 1964.

La primera es la zona norte que comprende desde la frontera con Ecuador hasta Punta Aguja, caracterizada por su aridez. Está constituida por tablazos terciarios que se hayan emergidos y expuestos. Del extremo norte hasta el sur de Máncora, el rumbo de la línea de costa es noreste, entre Mancora y el sur de Talara donde se ubica Pta. Pariñas es casi norte-sur a excepción de la mencionada punta, que la que se extiende al oeste en

todo el continente sudamericano. Hacia el sur el rumbo cambia en las bahías de Paita y Punta Falsa. La zona centro que comprende la costa situada entre Punta Aguja e Isla San Gallán, esta zona es atravesada por algunos valles, frente a sus costas hay presencia de islas. El rumbo de modo general es noroeste.

La zona Sur que está comprendido desde Pisco hasta Morro Sama, presenta una costa árida con cerros escarpados y acantilados próximos al litoral que están constituidos por rocas metamórficas más antiguas que se han denominado Cordillera de la costa, esta zona es cortada esporádicamente por algunos valles. En la zona sur se distingue 2 sectores geológicos, uno conocido como Sector norte (Sn, ubicado desde la Península de Paracas hasta Caravelí (está en levantamiento) y el Sector sur (Ss) que comprende desde Caravelí hasta Arica (zona que experimenta un hundimiento) El sector sur se inicia específicamente desde Atico, se expone algunas terrazas en la región de Ilo, donde 4 de ellas se distinguen detrás de la población. Un poco más al norte de dicho puerto se reconocen asimismo 3 etapas.

El rumbo de la línea de costa en la zona sur es predominantemente noroeste, variando localmente hacia este-oeste a la altura de Punta Sama, Pta. Yerba Buena, Pta. Islay y otras y gradualmente pasando de noreste a noroeste. En Punta Coles se tiene un arrumbamiento suroeste.

2.1.6. Evaluación de la calidad y frescor del pescado

Entre los productos de origen animal, el pescado es uno de los más susceptibles al proceso de deterioro, debido a su pH próximo a la neutralidad, a la alta actividad de agua en los tejidos, al contenido de nutrientes fácilmente utilizables por los microorganismos, al contenido de lípidos insaturados, a la rápida acción destructiva de las enzimas presentes en los tejidos y a la alta actividad metabólica de microorganismos. (Liston, 1982; Sikorski et al., 1994).

La pérdida de la calidad inicial es causada principalmente por cambios autolíticos y no relacionados con la actividad microbiana (Gram & Huss, 1996), (Ehira & Uchiyama 1987) relatan que los fenómenos que se desencadenan en el musculo del pescado luego de la captura, pueden ser divididas en dos etapas, denominadas frescor bioquímico y frescor microbiológico.

Según Contreras (2002), los compuestos formados en la primera etapa, entre la captura y el final del *rigor mortis*, son de origen autolítica y su producción no puede ser evitada, mas apenas regulada; en cuanto a los compuestos de la segunda etapa, que comprende los cambios de calidad en el pos-rigor, son productos de actividad microbiana cuya formación puede ser controlada hasta cierto límite con el empleo de procesos tecnológicos.

En la fase de frescor bioquímico ocurre solamente la acumulación de intermediarios de degradación de ATP, de glicógeno y creatina libre. En la fase de frescor microbiológico una serie de compuestos será formada hasta que los límites de aceptación sean sobrepasados. Fig. 04.

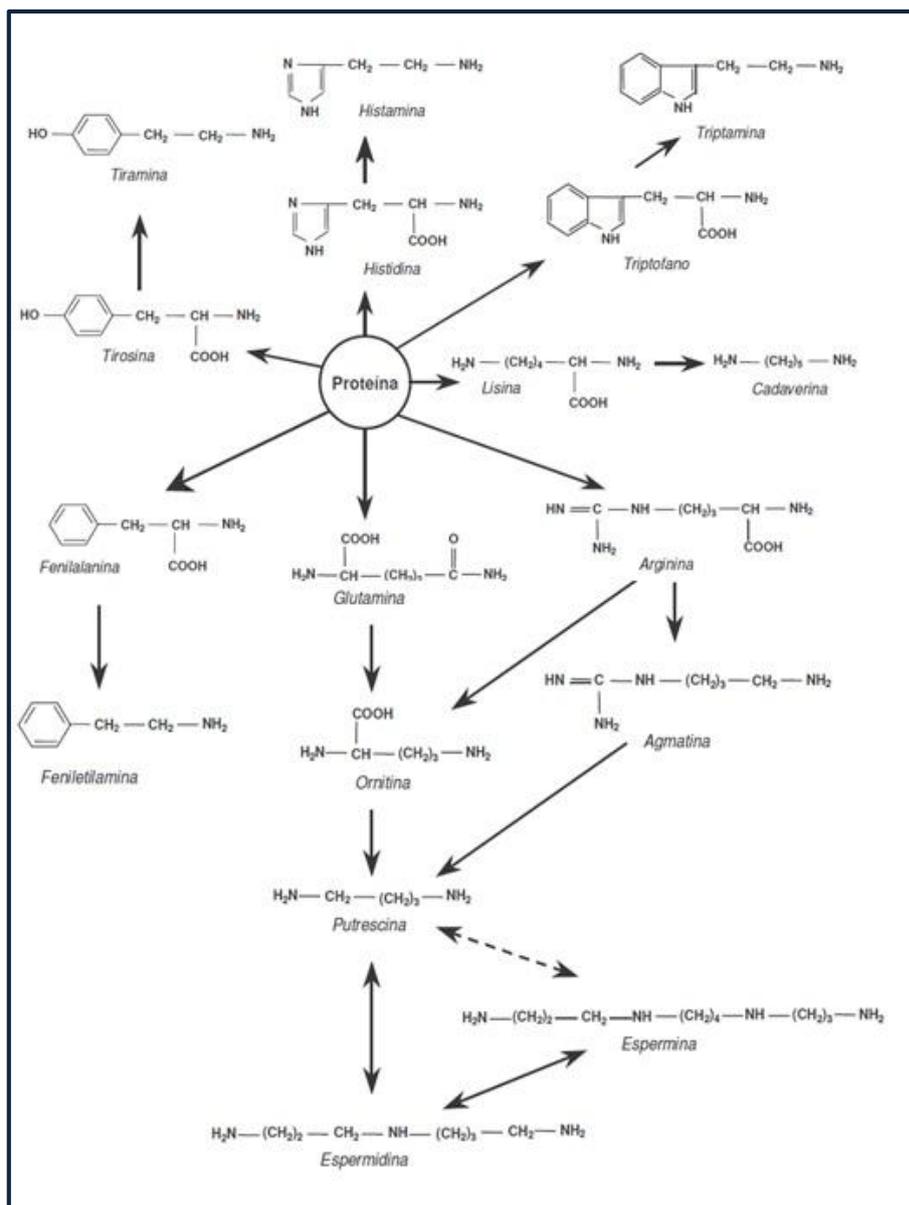


Figura 4: Vías Metabólicas de Formación de aminas biogénicas
Fuente: Halász et al., 1994.

Varios índices en el control de calidad de peces, moluscos y crustáceos se basan en las alteraciones cuantitativas de compuestos de fracción nitrogenada no proteica del musculo. Esta fracción, llamada también generalmente de nitrógeno no proteico, engloba sustancias de bajo peso molecular de diversas fuentes que sirven de sustrato para enzimas endógenas o de origen bacteriana. La actividad enzimática puede causar alteraciones en las concentraciones de estos compuestos u

originar otros. La detección de alteraciones progresivas de estas sustancias en el musculo de pescado durante el almacenamiento es el primer requisito para considerar tales sustancias como potenciales índices de frescor. Aminas volátiles, poliaminas o aminas biogénicas y nucleótidos han sido extensivamente evaluados y empleados como índices de frescor en el pescado (Lapa-Guimaraes, 2005).

2.2.1 Nitrógeno Básico Volátil Total (N-BVT)

El pescado, por su constitución intrínseca, se altera muy fácilmente. Desde su inmediata muerte, hasta la aparición de signos evidentes de descomposición. El contenido de bases nitrogenadas en el músculo de pescado fresco, post mortem, en general no excede el valor de 15 a 20 mg de nitrógeno por 100 g de musculo. El mecanismo de la putrefacción está íntimamente ligado a la composición química del musculo del pescado, que en términos generales, éste posee un 70-80% de agua y del remanente un 85-90% es proteína.

Como se ha mencionado previamente, la actividad bacteriana es principalmente responsable de la formación de una serie de compuestos nitrogenados básicos como el amoniaco, la Trimetilamina (TMA), la dimetilamina (DMA), monometilamina y propilaminas (Reay y Shewan, 1962). Estas sustancias son conocidas en su conjunto como Nitrógeno Básico Volátil Total (N-BVT). El componente mayoritario de la fracción del N—BVT es la TMA. En pescado fresco la TMA, se encuentra en cantidades muy pequeñas y se va acumulando durante el deterioro como resultado de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA). El OTMA está presente en el tejido vivo de muchas especies de peces marinos, dicho compuesto desempeña un papel sustancial en los procesos de osmoregulación (Ringo,y Stemberg E, 1984). La formación de TMA, a lo largo del deterioro, presenta gran variabilidad entre distintas especies marinas, principalmente por las diferencias en el contenido inicial de OTMA que presentan en el musculo (Rodriguez y col., 1997). Asimismo

el contenido de TMA depende del crecimiento de la flora deteriorante, y del modo de captura, conservación y almacenamiento.

La concentración de aminas volátiles, también llamadas bases nitrogenadas volátiles (TBVN) es uno de los parámetros más utilizados para evaluar la composición de pescado debido a su simplicidad analítica y acuerda razonablemente con el estado de frescor (Contreras, 1994).

2.2.1.1 Oxido de Trimetilamina (OTMA)

La OTMA constituye una parte característica e importante de la fracción de nitrógeno no proteico (NNP) en las especies de agua de mar, y merece por lo tanto una mención más amplia. Este compuesto se encuentra en cantidades de 1 a 7 por ciento del tejido muscular (peso seco). Storm (1979) ha demostrado que la OTMA se forma por biosíntesis en ciertas especies del zooplacton. Estos organismos poseen una enzima (TMA monooxigenasa) que oxida la TMA a OTMA. La TMA comúnmente se encuentra en plantas marinas, así como también otras aminas metiladas (monometilamina y dimetilamina). El pez que se alimenta de plancton puede obtener OTMA de su alimentación (origen exógeno). Una recopilación extensa de datos fue hecha por Hebard et al. (1982). De acuerdo con Tokunaga (1970), los peces pelágicos (sardinas, atun, caballa) tienen su mayor concentración de OTMA en el musculo oscuro mientras que los demersales, peces de carne blanca, tienen el más alto contenido en el musculo blanco.

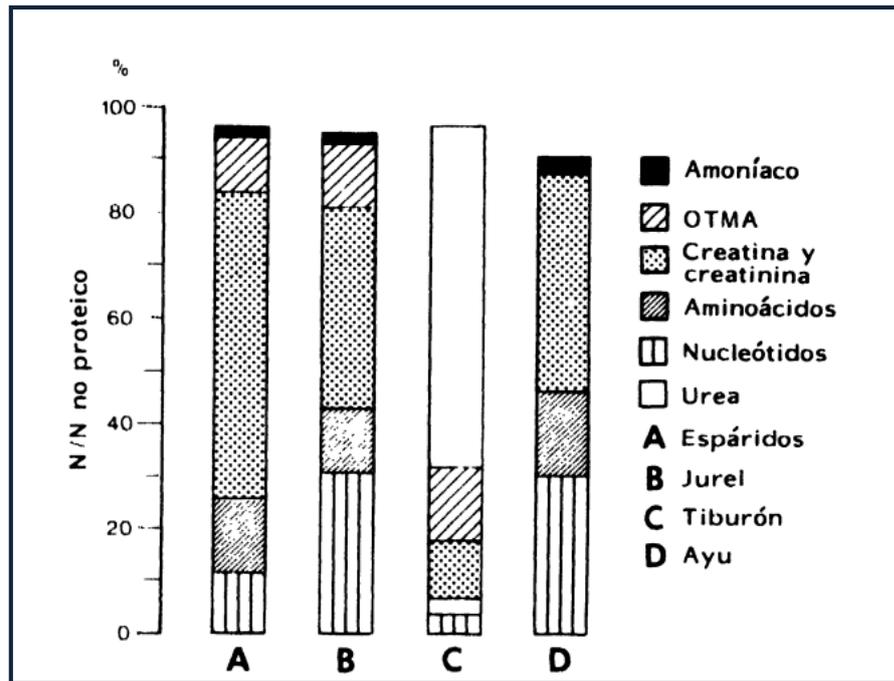


Figura 5: Distribución de nitrógeno no proteico en el musculo del pez
Fuente: Konosu y Yamaguchi, 1982; Suyama, 1977.

2.2.1.2 Trimetilamina

El método químico más comúnmente usado para evaluar la calidad del pescado es la estimación de TMA. Es uno de los compuestos básicos volátiles que se encuentra en muy pequeñas cantidades en el pescado fresco, pero que se acumula durante el deterioro en el pescado de mar como resultado, principalmente, de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA), esto significa que el análisis no da ninguna información acerca de los primeros cambios autolíticos o del grado de frescura pero si acerca de los cambios posteriores o del grado de deterioro.

La trimetilamina (TMA) se origina en pescados debido a la acción de enzimas bacterianas sobre el óxido de trimetilamina (OTMA). El óxido de trimetilamina se encuentra distribuido irregularmente en el musculo y órganos del pescado en cantidades que oscilan entre los 75 y 250 mg de nitrógeno (Dyer W, 1952). Durante el almacenamiento en hielo, el óxido de trimetilamina (OTMA) se reduce a trimetilamina (TMA) por la acción bacteriana después de la muerte. Otras enzimas no

bacterianas que también están presentes en el pescado son capaces de degradar el OTMA para producir dimetilamina (DMA) y formaldehído (Castell et al., 1973).

De acuerdo con Farber L(1965), Pedrosa-Menabrito & Regenstein (1998) y Botta J(1995), TMA es una de las aminas volátiles más estudiadas, por estar íntimamente relacionada con el deterioro del pescado. Liston (1980) y Sikorski et al., (1994) relatan que las evidencias de que la producción de TMA se correlaciona bien con el aumento de población bacteriana en el musculo del pescado, siendo uno de los responsables del olor de pescado descompuesto.

La trimetilamina (expresado como nitrógeno de trimetilamina, N-TMA) es un compuesto básico volátil que no se encuentra en el pescado vivo. En pescado fresco, se encuentra en cantidades muy pequeñas y se va acumulando durante el deterioro como resultado, principalmente, de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA), mediante la enzima OTMA-reductasa (figura 05). Esto significa que el análisis de N-TMA no da ninguna información acerca de los primeros cambios autolíticos o del grado de frescura, pero si acerca de los cambios posteriores o del grado de deterioro, cuando el pescado alcanza un cierto grado de colonización bacteriana (Huss, 1998). Soudan (1965) señaló que pHs entre 7.2-7.4 son los óptimos para la reducción del OTMA.

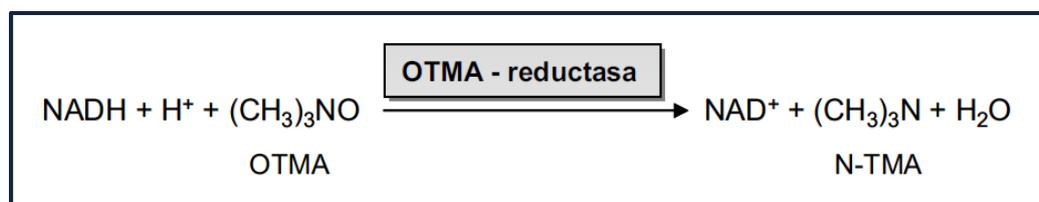


Figura 6: Reducción de la OTMA por la OTMA-reductasa

Fuente: Gillespie R., 1975.

La formación de TMA no es función directa de la microbiota contaminante total, pero la concentración de bacterias reductoras y no reductoras de OTMA. Las principales grupos de bacterias involucradas en la reducción de OTMA para TMA pertenecen a los

géneros *Shewanella*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Vibrio* y *Acinetobacter* como gram negativas y *Micrococcus* y *Bacillus* como gram positivas, todas ellas *psicrotroficas* (Liston, 1980), siendo que *Shewanella putrefaciens* es una de las bacterias más representativas en la producción de TMA a partir de OTMA (Ringo et al., 1984).

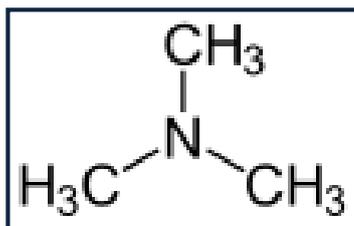


Figura 7: Formula química de Trimetilamina

Fuente: Gillespie R., 1975.

2.2.1.3 Dimetilamina

La degradación del OTMA se debe generalmente a la acción bacteriana, pero en algunas especies existe una enzima presente en el músculo capaz de desdoblar este compuesto en dimetilamina (DMA) y formaldehído. Este proceso tiene una importancia limitada en el pescado refrigerado, ya que las bacterias descomponen el OTMA a TMA mucho más rápido. Cuando el crecimiento bacteriano está inhibido, por ejemplo, durante la congelación, la formación de DMA y formaldehído es mucho mayor. Este último compuesto puede causar desnaturalización, cambios en la textura y pérdida de la capacidad de retención del agua. La enzima responsable del endurecimiento inducido por el formaldehído es la OTMA-asa o OTMA dimetilasa y se encuentra más comúnmente en peces gádidos. Por lo general, estas enzimas se tornan más activas tras roturas tisulares producidas durante la congelación. El medio más práctico para prevenir la producción autolítica de formaldehído es almacenando el pescado a temperaturas inferiores a -30°C , a fin de reducir las fluctuaciones de temperatura en el almacenamiento, y evitando la manipulación tosca

o la aplicación de presión física sobre el pescado antes de congelar. (Gil A., 2010).

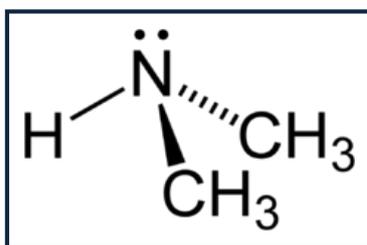


Figura 8: Formula química de Dimetilamina

Fuente: Gillespie R., 1975.

2.2.1.3 Determinación de TBVN

La determinación del contenido en TBVN en muestras pescado puede realizarse mediante diferentes metodologías analíticas como son el método de microdifusión, el método de destilación directa o la destilación de un extracto desproteneizado con ácido tricloroacético tal y como describe el CODEX Alimentarius.

La determinación de TBNV en pescados, aunque es ampliamente utilizada, es una causa de controversia entre los investigadores, principalmente en cuanto al establecimiento de límites de aceptabilidad del producto. Un valor próximo de 30 mg por 100 g ha demostrado ser compatible con otros parámetros de evaluación, llevando a algunos países, como Alemania, Australia y Japón a adoptar oficialmente este valor como límite máximo tolerable para la comercialización (Cobb & Vanderzant, 1975, Kuaye, 1982, Sikorski et al., 1994). En Brasil, la Secretaria de Defensa Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, también establece el valor de 30 mg/100g como límite máximo de TBNV para pescado fresco.

A lo largo del almacenamiento en hielo, el contenido de las BNV aumenta progresivamente en función de los procesos enzimáticos y microbianos siendo, tan útil en la evaluación del frescor y del deterioro en el pescado (Shewan et al., 1962).

Sikorski et al (1994) reporta que los métodos químicos que evalúan grupos de sustancias producidas por deterioración representan la mejor condición de pescado, como es el caso de las TBNV que permite cuantificar la amplia gama de metabolitos de actividad endógena (degradación autolítica) y exógena (degradación microbiana).

El método de referencia contemplado en la reglamentación de la Unión Europea consiste en la destilación por medio de arrastre de vapor de agua de un extracto desproteinizado. Tal y como se establece en la legislación, todos los Estados Miembros recomiendan a los laboratorios oficiales la utilización de este método de referencia para llevar a cabo los análisis de rutina. En la determinación analítica del contenido de TBVN, las bases nitrogenadas volátiles se extraen de la muestra mediante una disolución ácida. Una vez alcalinizado el extracto obtenido, éste se somete a destilación por arrastre de vapor y los componentes básicos volátiles se absorben mediante un receptor ácido. Finalmente, la concentración de TBVN se determina mediante valoración de las bases absorbidas (FAO 1998).

2.3 Lípidos

2.3.1 Clasificación de lípidos

Los lípidos son un grupo de compuestos de estructura heterogénea muy abundante en la naturaleza, siendo sus representantes las grasas y los aceites. Están formados por carbono, oxígeno e hidrógeno y en ciertos casos también pueden contener fósforo y nitrógeno. Soluble en disolventes orgánicos como el metanol, la acetona, el cloroformo y el benceno, e insoluble en agua debido a la carencia en su estructura de átomos ionizables como el O, el N, el S o el P. Asimismo, la solubilidad en agua decrece a medida que aumenta la longitud de la cadena (Koolman J, 2004).

Los lípidos pueden ser sometidos a un criterio empírico básico para su clasificación, que es la reacción de saponificación. Los lípidos

saponificables agrupan a los derivados por esterificación u otras modificaciones de ácidos grasos, y se sintetizan en los organismos a partir de la aposición sucesiva de unidades de dos átomos de carbono. En este grupo se incluyen: los ácidos grasos y sus derivados, los eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos), los lípidos neutros (acilgliceroles y ceras) y los lípidos anfipáticos (glicerolípidos y esfingolípidos). Por otro lado, los lípidos insaponificables son derivados por aposición varias unidades isoprenicas, y se sintetizan a partir de una unidad básica de 5 átomos de carbono; el isopreno. En este grupo de lípidos se incluyen: los esteroides (esteroles, sales y ácidos biliares, hormonas esteroideas, etc.) y los terpenos (retinoides, carotenoides, tocoferoles, naftoquinonas, dolicoles, etc).

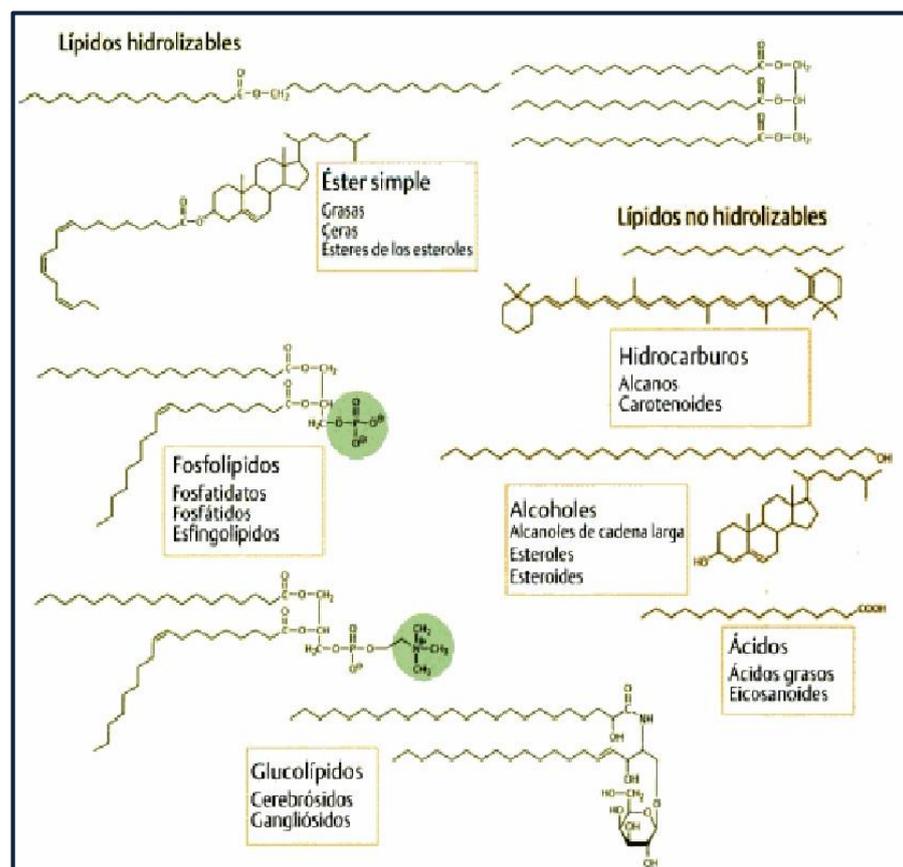


Figura 9: Clasificación de los lípidos

Fuente: Koolman J, 2004.

2.3.2 Composición y estructura química

Químicamente, las grasas son mezclas de glicéridos y a su vez estos son estructuras formadas por la asociación química entre el glicerol y uno, dos o tres ácidos grasos (monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos respectivamente) (Valenzuela et al., 1999).

Los triglicéridos representan normalmente más del 95% en peso de la mayoría de las grasas y aceites alimentarios. Entre los constituyentes minoritario se encuentran monoglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos libres, fosfátidos, esteroides, alcoholes grasos, vitaminas liposolubles y otras sustancias (Ziller, 1996).

La diversidad de las diferentes grasas y aceites que se encuentran en la naturaleza o que son originadas industrialmente, radica en los ácidos grasos que forman parte de sus triglicéridos, siendo de esta manera los componentes más importantes, tanto desde el punto de vista estructural como nutricional (Harwood citado por Valenzuela et al., 1999).

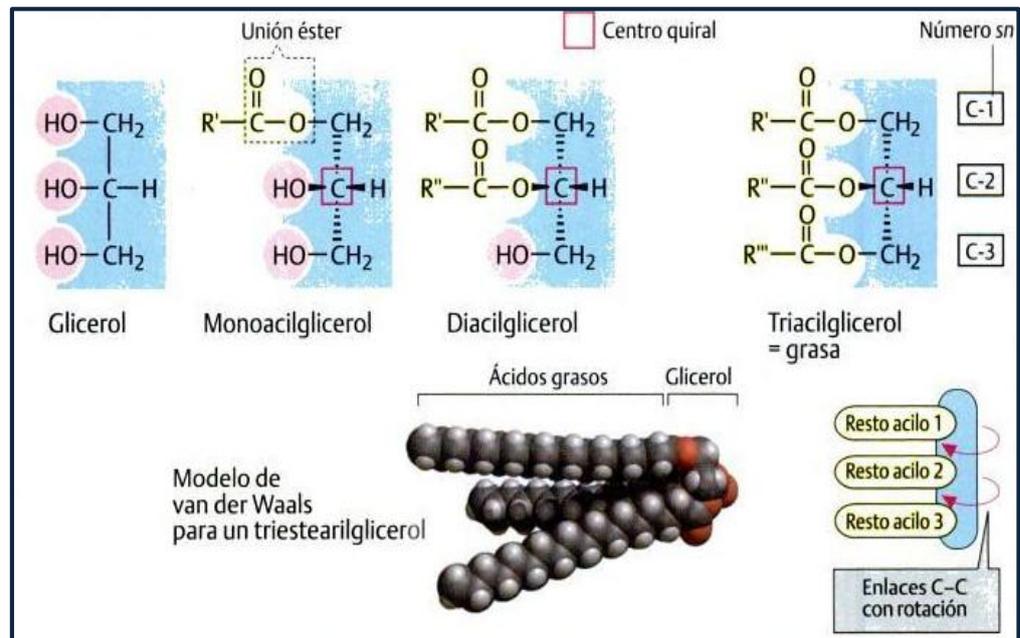


Figura 10: Estructura de las grasas

Fuente: Koolman J, 2004.

2.4 Ácidos Grasos

Los ácidos grasos (AG) son los componentes más abundantes de los lípidos, aunque generalmente no se encuentran en estado libre como tales, sino en forma esterificada como parte constituyente de los diferentes acilglicéridos. Son ácidos monocarboxilados alifáticos, clasificados en saturados e insaturados y representan una importante fuente de energía para la mayoría de las formas de vida. (Lee J et al, 2008).

Las características físicas y químicas de los ácidos grasos (por ejemplo, su punto de fusión o de solubilidad en agua) y también sus propiedades nutricionales (contenido energético, digestibilidad, efectos metabólicos, etc) dependen del número de carbonos que formen la molécula, del número de dobles enlaces que esta posea (uniones dobles entre carbono y carbono), de la posición que ocupen los dobles enlaces en la cadena y de la isomería que estos presenten (isomería *cis* o *trans*) (Valenzuela et al., 1999).

Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo a la longitud de la cadena, el número, posición y configuración de dobles enlaces, así como por la existencia adicional de otros grupos funcionales. (Belitz, 1997).

2.4.1 Ácidos grasos saturados

Generalmente son de cadena recta, principalmente con número de par de átomos de carbono, pero también se han detectado ácidos grasos impares en materias grasas comestibles de origen animal y marino, como asimismo, se han encontrado algunos ácidos grasos ramificados (Masson y Mella, 1985).

Contienen solamente enlaces carbono-carbono simples que se denominan saturados y son los menos reactivos químicamente (Ziller, 1996).

Los ácidos grasos saturados son sintetizados en el organismo y los más comunes son: palmítico (C: 16), esteárico (C: 18), araquídico (C: 20), entre otros (Ruz et al., 1996).

2.4.2 Ácidos grasos insaturados (PUFAS)

Se caracterizan porque en la cadena hidrocarbonada aparece una doble unión C=C, lo cual fuera de introducir una rigidez en la molécula, automáticamente complica la química de los ácidos grasos al presentarse dos tipos de isomerismos: uno de posición y otro geométrico de tipo Cis-trans que le confiere propiedades diferentes a los ácidos grasos (Masson y Mella, 1985).

Los ácidos grasos insaturados tienen una mayor reactividad química que los saturados debido a la presencia de dobles enlaces. Estos ácidos predominan sobre los saturados, especialmente en los aceites vegetales y en las grasas animales marinos que viven a bajas temperaturas. Su punto de fusión disminuye a medida que aumenta el grado de insaturación y su sensibilidad a la reacciones de oxidación es mayor cuanto más insaturado es el ácido (Erickson, 2008).

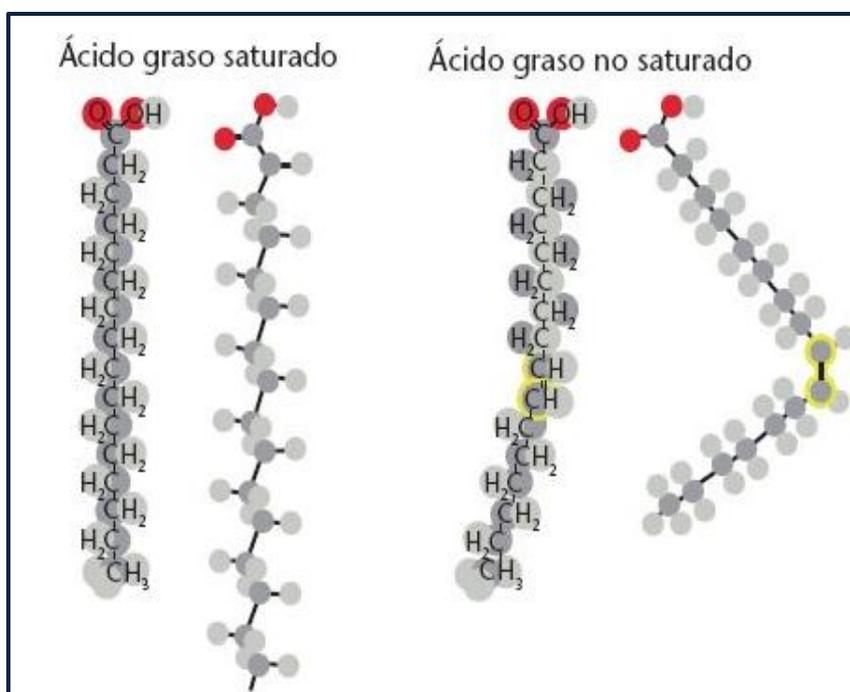


Figura 11: Estructuras espaciales de los ácidos grasos saturados e insaturados

Fuente: Erickson, 2008

2.4.3 Los ácidos grasos Omega-3 y 6

Los ácidos poliinsaturados (PUFAs) se clasifican en las series omega n-3 y 6, y son asimismo denominados por la posición del primer doble enlace a partir del grupo metílico de la cadena del ácido graso (Rose et al, 1999).

Los ácidos grasos w-3 son encontrados principalmente en peces (EPA: ácido eicosapentanoico y DHA: ácido docohexaenoico), además de encontrar ácido α -linoleico. Los ácidos grasos (AG) poliinsaturados omega-3 de origen marino se forman en el cloroplasto de las plantas marinas, microalgas que forman parte del fitoplancton o macroalgas, que son consumidas por los peces, los cuales concentran ácido pentanoexaenoico (EPA) y ácido docosaheptaenoico (DHA) como triacilglicéridos, principalmente en el tejido adiposo y en la grasa del músculo y vísceras (Valenzuela y Uauy, 1992).

La variación en el contenido de AG omega-3 de los alimentos marinos dependerá de la especie de pescado, el lugar y época de captura, así como del proceso industrial al que se someta. Tabla 1. El contenido de lípidos en las partes comestibles de los alimentos marinos puede variar desde un poco menos de 0,5% hasta 25%. Desde este punto de vista, los animales marinos se pueden clasificar en cuatro grupos dependiendo de su contenido lipídico: magros (<2% grasa) como mariscos, bacalao; bajos en grasa (2-4%) como mero; medio grasos (4-8%) como salmón; y altos en grasa (>8%) como sardinas, anchoveta, arenque (Valenzuela y Uauy, 1992).

2.4.4 EPA y DHA

Los ácidos grasos Omega-3, en especial el EPA y el DHA, son conocidos tanto por el gran número de actividades biológicas en los que están involucrados como su participación como componentes especiales de las membranas de un gran número de tipos celulares de los organismos. Son el componente principal de los aceites de pescado, que aportan muchos beneficios a la salud humana cuando se le incluye en la dieta.

La síntesis de los ácidos grasos Omega-3 empieza por el ácido alfa linolénico (ALA, C18:3), pasa al ácido esteradónico (C18:4), este se sintetiza a ácido eicosatetraenoico (C20:4), hasta llegar finalmente al ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5) y al ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6). No obstante, esta síntesis no es nada fácil, el paso de ALA a EPA se ve dificultado por ser el ALA un inhibidor de la enzima delta 6-desaturasa. Esta acción inhibidora hace que sea mucho más difícil la formación de EPA (Sears, 2002).



Figura 12: Fórmula estructural del ácido docohexaenoico (DHA)

Fuente: Valenzuela y Nieto, 2006.

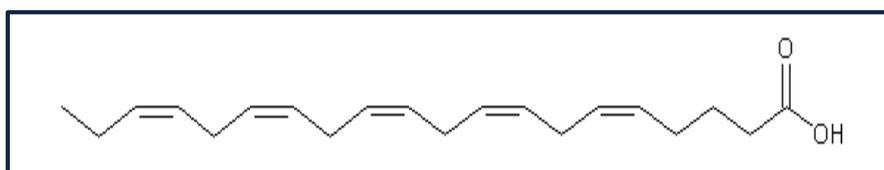


Figura 13: Fórmula estructural del ácido eicosapentaenoico (EPA)

Fuente: Valenzuela y Nieto, 2006.

La situación es más compleja cuando el EPA debe ser metabolizado para producir el DHA. El EPA debe alargarse dos veces más y después volver a convertirse, por la enzima delta 6-desaturasa, en el precursor propiamente dicho del DHA, que después debe volverse a acortar mediante enzimas peroxisomales para volver a convertirse en DHA. Además, el DHA actúa como propio regulador autónomo de la inhibición de la enzima delta 6-desaturasa, lo que reduce aún más el flujo de conversión de ALA en EPA y en DHA (Sears, 2002).

Tanto el DHA como el EPA, son ácidos grasos con importantes beneficios para el organismo humano, no obstante a pesar de que hace unos años el EPA era el principal Omega-3 utilizado en las

investigaciones, hoy en día, la ciencia se está centrando más en estudiar y utilizar el DHA, o una combinación del mismo con EPA. Las principales razones son como se ha visto anteriormente, que a pesar de que el DHA es AG-Omega 3 más común de los tejidos del organismo (Arterburn et al., 2006), a su vez es el AG esencial más difícil de conseguir y de sintetizar. Y debido a que tiene un destacado papel en muchos tejidos (entre ellos, el adiposo, el sistema inmunológico, el sistema nervioso y la retina), su presencia o no en la dieta produce diversos efectos altamente beneficiosos que lo han convertido en un AG muy interesante para la investigación.

La síntesis de DHA, y en general de los ácidos grasos omega-3, es un proceso interdependiente de la síntesis de los ácidos grasos omega-6. En efecto, ambos precursores, el LA y el LNA compiten por las mismas enzimas ($\Delta 5$ - y $\Delta 6$ -desaturasas) en el proceso de transformación a sus respectivos derivados de mayor tamaño de cadena e insaturación (Brenner, 1969). Sin embargo, estas enzimas tienen mucho más afinidad por los ácidos grasos omega-3 que por los de la familia omega-6, por lo cual se requieren cantidades muchos mayores de estos últimos ácidos grasos para mantener una velocidad de síntesis adecuada a los requerimientos del organismo (Madsen et al., 1999). De esta forma, un aporte dietario mayoritariamente constituido por ácidos grasos omega-6, como ocurre a partir del consumo de aceites vegetales, puede inhibir significativamente la formación endógena de ácidos grasos omega-3, en especial de EPA y DHA (Simopoulos, 1998). Esto se agrava más aún, cuando el consumo de pescado (la mejor fuente nutricional de DHA preformado) es baja, como ocurre en Chile y en otros países del continente americano y europeo. La 14 resume las principales etapas metabólicas de la biosíntesis de ácido graso omega-3 y omega-6, y donde es posible observar el efecto de competencia entre los respectivos precursores.

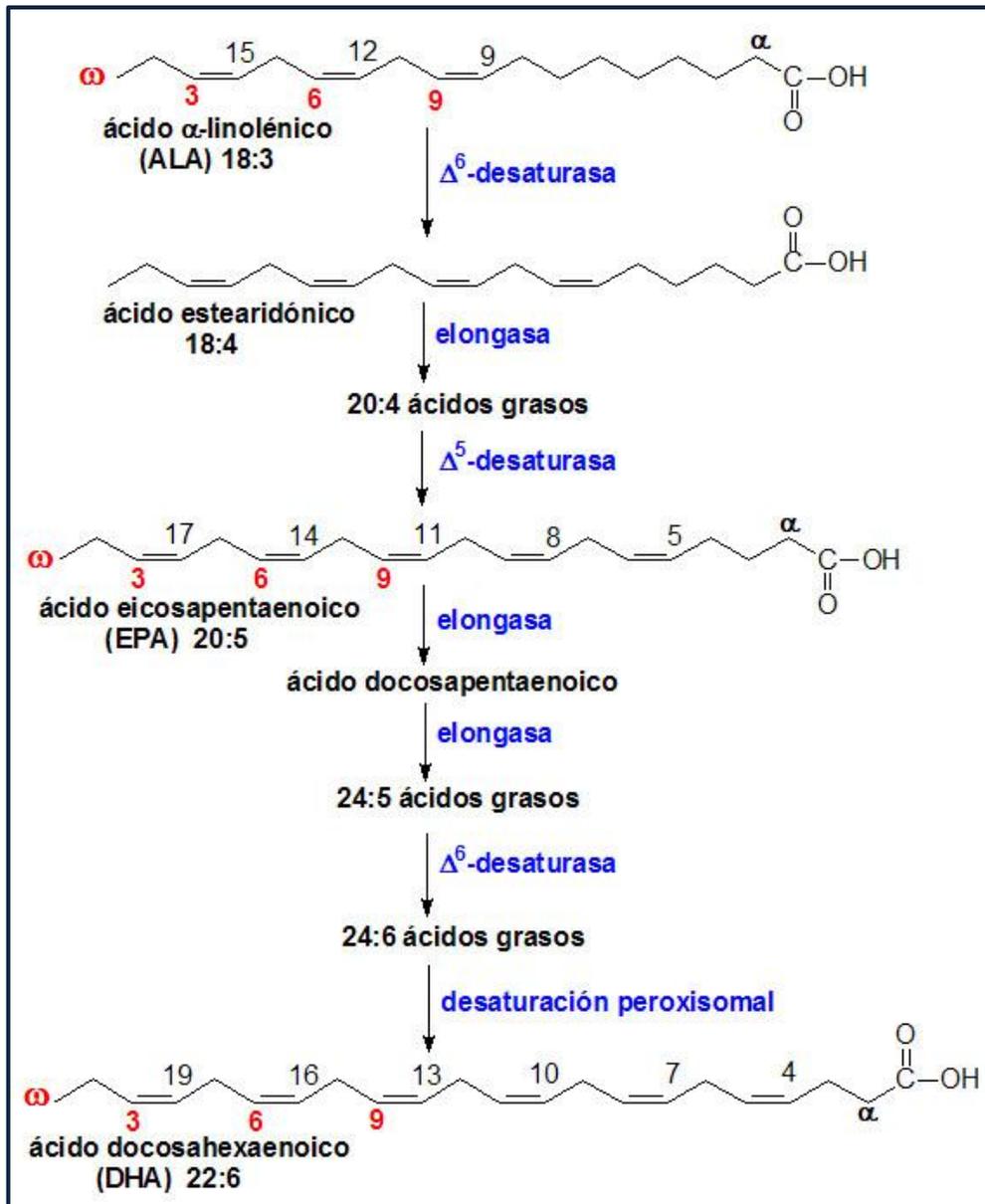


Figura 14: Etapas metabólicas de la biosíntesis de ácidos grasos omega-6 y omega-3 a partir de sus precursores.

Fuente: Valenzuela y Nieto, 2006.

2.5 La producción de aceite de pescado

Las capturas mundiales por pesca equivalen a aproximadamente a 101 millones de toneladas por año (Bimbo, 1990). En general, alrededor del 28% de las capturas mundiales es convertida en harina y aceite de pescado. Las especies convertidas en harina y aceite de pescado han sido llamadas de baja utilización, no tradicionales o especies latentes (Bimbo y

Crowther, 1992). La figura muestra la evolución de las exportaciones peruanas de aceite de pescado (TM) al año 2011 (BCR, 2012).

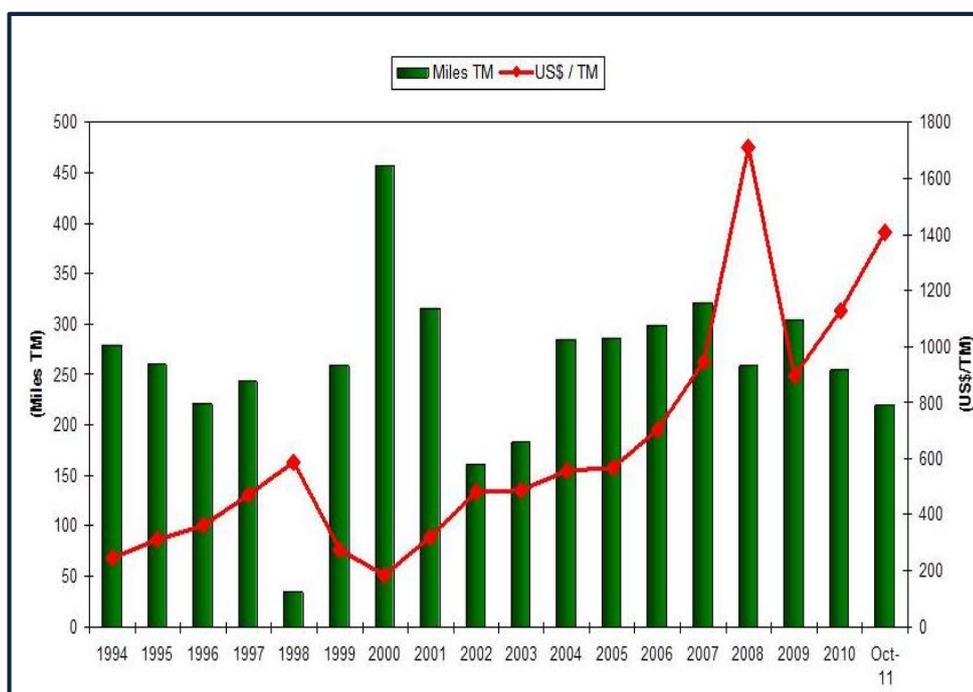


Figura 15: Exportaciones peruanas de aceite de pescado en volumen (miles TM) y precio (US\$/TM) 2000-2011.

Fuente: BCR, (2012).

Alrededor de 1.5 millones de toneladas de aceite de pescado son producidas anualmente en el mundo. Los aceites provienen de diferentes especies y de diversas partes del planeta. De acuerdo con la **FAO (1986)**, la materia prima utilizada para la elaboración de harina y aceite de pescado queda incluida en diversas categorías:

- A) Peces capturados específicamente para la elaboración de harina y aceite tales como el menhaden, anchoveta y sardina.
- B) Captura incidental de otras pesquerías, ejemplo la fauna de acompañamiento del camarón con un volumen de 5 a 15 millones de toneladas (James, 1989; citado por Bimbo, 1990).
- C) Desperdicios de pescado procedentes de las plantas de fileteado, desperdicios de conservas de pescado.

2.5.1 El aceite de pescado

Actualmente el aceite de pescado es un producto industrial de alto valor nutricional por su contenido de ácidos grasos omega-3 de cadena larga; eicosapentaenoico (C20:5, EPA), docosapentaenoico (C22:5, DPA) y docosahexaenoico (C22:6, DHA). Estos ácidos grasos, particularmente el EPA y el DHA, son hoy día altamente valorados por sus propiedades profilácticas y terapéuticas, en diversas situaciones nutricionales y enfermedades, lo que ha sido ampliamente demostrado por la literatura científica y médica (Uauy y Valenzuela, 2000; Sanhueza, Nieto y Valenzuela, 2002; Lee, O'Keefe, Lavie et al., 2008). El aceite de pescado es la fuente primaria, y quizás la más abundante, de estos ácidos grasos, lo cual actualmente ha creado una gran demanda de este insumo. Sin embargo, esto no ha sido siempre así, ya que en los últimos años el destino y la demanda del aceite de pescado han cambiado radicalmente. La tabla 1 muestra el contenido promedio de EPA y DHA del aceite obtenido de diferentes especies de peces, cuya captura, o producción (acuicultura) es común en Chile y Perú, principalmente.

Tabla 1: Contenido de EPA Y DHA del aceite obtenido de diferentes especies marinas

	EPA (gr/100gr)	DHA (gr/100gr)
Jurel	14	10
Salmon	7	10.8
Trucha	4.5	8.6
Sardina	16	10
Anchoveta	11	10
Atun	13	10
Bacalao	11	12

Fuente: Valenzuela et al. (1999).

Originalmente, el aceite de pescado era un "segundo producto" de la fabricación de la harina de pescado, un valioso producto de amplia utilización en la industria de la nutrición animal. Perú, Chile, Dinamarca y Noruega, en ese orden, son los países con mayor actividad pesquera destinada a la fabricación de harina de pescado y aceite de pescado (Shepherd, 2008). Noruega es el país con más tradición en esta actividad, ya antes de la segunda guerra mundial su actividad de captura y fabricación de harina de pescado era muy importante. El puerto noruego de Narvik fue bombardeado por las fuerzas aliadas en 1940 para evitar, entre otros objetivos, que los depósitos de aceite de pescado fueran utilizados como combustible por los invasores alemanes.

Durante la década de los años cincuenta del siglo pasado, comenzó casi simultáneamente la industrialización de harina de pescado en el sur del Perú y el Norte de Chile (Anónimo, 2002). Esta se obtenía, y se continúa obteniendo, a partir de peces pelágicos (de superficie), anchoa y sardina en Perú y el norte de Chile, y posteriormente a partir del jurel en el sur de Chile. De esta

forma la actividad dio origen al establecimiento de importantes consorcios pesqueros en ambos países. El producto de interés comercial fue siempre la harina de pescado por su alto contenido de proteína de buena calidad siendo el aceite un "segundo producto", más bien un desecho en las primeras etapas de esta actividad. En efecto, inicialmente las plantas productoras de harina de pescado botaban al mar el aceite producido durante el prensado de los pescados. Posteriormente, debido a los incipientes reclamos ambientales y ecológicos, el aceite se enterraba en enormes pozos en el desierto. Esporádicamente se le utilizaba como combustible en las calderas de generación de vapor de las mismas plantas de harina.

Ya en los años sesenta comenzó a utilizarse el aceite de pescado hidrogenado para la fabricación de mantecas y margarinas de mesa, y también en forma no hidrogenada en la fabricación de pinturas y barnices por sus propiedades secantes. El proceso de hidrogenación permite transformar al aceite de pescado, altamente poliinsaturado, en un producto sólido o semisólido, de menor insaturación y mayor estabilidad, el cual es muy adecuado para la fabricación de mantecas industriales y margarinas de mesa (Grimaldi et al., 1998). En esa época el aceite de pescado comenzó a ser valorado por sus amplias aplicaciones industriales, su bajo precio y sus bondades tecnológicas (poder secante, alta reactividad química, entre otros). También en la preparación de alimentos balanceados para animales (aves y cerdos) se comenzó a utilizar cada vez más aceite de pescado, ya que se complementa muy bien el aporte proteico de la harina con la alta densidad energética del aceite. Además del uso en la preparación de mantecas y margarinas, el aceite de

pescado comenzó a utilizarse en la manufactura de aceites comestibles. Fracciones de aceite de pescado, hidrogenadas selectivamente y adecuadamente desodorizadas, se mezclaban con diferentes proporciones de aceite vegetal (soya, maravilla, entre otros) para preparar aceites comestibles de bajo costo que fueron conocidos en aquella época en Chile y Perú como "combinados", los que se expendían a granel en tambores y en envases pequeños (Valenzuela y Uayuy, 1999).

La creciente actividad acuicultora, inicialmente en Noruega, Canadá, Escocia, China y más tarde en Chile, comenzó a generar una gran demanda tanto de aceite como de harina de pescado para la preparación de los alimentos peletizados para salmones y truchas. En forma casi paralela comenzaron a identificarse las propiedades nutricionales y de salud de los ácidos grasos omega-3 contenidos en los aceites marinos (hasta un 30% o más de EPA + DHA) (Sanhueza et al., 2004; Lee J et al., 2008). Estos dos acontecimientos comenzaron a generar una gran demanda de aceite de pescado, la que hoy día genera preocupación tanto en los productores como en los usuarios.

2.5.2 Obtención del aceite de pescado

2.5.2.1 Flujo de sólidos

Una vez ubicados los cardúmenes, lo que generalmente se realiza en forma aérea o más recientemente en forma satelital, los barcos pesqueros extienden largas redes en forma circular, las que al ir cerrándose capturan gran cantidad de peces. (Figura 16). Los peces son succionados hacia las bodegas del barco y conservados en frío,

generalmente, para evitar el deterioro prematuro ya que permite obtener harina de buena calidad y también aceite con bajo nivel de deterioro (principalmente por oxidación).



Figura 16: Flota y arte de pesca

Fuente: IMARPE, 2010

En la planta procesadora, los ahora pescados, son triturados y sometidos a cocción con vapor en un "cooker" (según la terminología industrial) a 120-140°C, durante 2 o 3 horas y luego prensados en grandes prensas metálicas, obteniéndose así un sólido que luego se seca en túneles de calor a 50-60°C, hasta 8% de humedad y se envasa como harina en sacos de polietileno.

2.5.2.2 El flujo de líquidos

2.5.2.2.1 Tratamiento de los líquidos de prensado

Los líquidos de prensado, es decir los eliminados en el transportador de fondo perforado y en la prensa, están constituidos por una mezcla de agua, aceite y

sólidos. La composición típica de un líquido de prensado podría ser la siguiente: 79% de agua, 6% de sólidos y 16% de aceite. Los sólidos están constituidos por sustancias disueltas y materiales en suspensión. El propósito de esta parte del proceso de elaboración consiste en separar lo mejor posible el aceite de la fracción acuosa y concentrar, por un procedimiento económico, los sólidos disueltos en el agua, para posteriormente añadirlos de nuevo al producto acabado (Windsor y Barlow, 1984).

2.5.2.2.2 Decantación

La primera operación consiste, generalmente, en filtrar el líquido de prensado para eliminar las partículas sólidas de mayor tamaño. Seguidamente se pasa el líquido a una centrifuga de decantación o eliminador de limos para separar los sólidos de menor tamaño que se hallan en suspensión. El decantador consiste en un rotor cilíndrico que posee interiormente un transportador cilíndrico. La fuerza centrífuga ejercida obliga al líquido a trasladarse a la periferia del rotor, atravesándolo y pasando a la cara externa. El transportador de tornillo rueda con el rotor, pero a una velocidad ligeramente inferior y retira de forma continua los sólidos de la superficie. El decantador se halla dispuesto de tal forma que estos sólidos se van eliminando continuamente por un extremo mientras que por el otro (con poca proporción de sólidos en suspensión) se elimina el líquido clasificado. Los sólidos pueden ingresar en el proceso y desecándose conjuntamente con la torta de prensado. Seguidamente el líquido de prensado se separa en

dos fracciones: el aceite y la fracción acuosa conocida como agua de cola (Windsor y Barlow, 1984).



Figura 17: Decantador de aceite

Fuente: TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A

2.5.2.3 Separación

La separación del aceite y el agua de cola se realiza mediante una centrifuga continua generalmente del tipo de discos verticales. En ellas se produce una acumulación de limos cuya descarga periódica puede programarse. La centrifuga contiene una serie de discos cónicos perforados, superpuestos a una distancia entre ellos de 0.5 a 2 mm, de forma que el líquido pueda así atravesarlos. El líquido a centrifugar penetra por el centro en la centrifuga. Los aceites, menos densos, permanecen en él y salen por el otro extremo mientras que el agua de cola es desplazada hacia los conos. (Windsor y Barlow, 1984).



Figura 18: Centrifuga de aceite

Fuente: TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A

2.5.2.4 Purificación

La última operación consiste en la purificación (abrillantado) del líquido obtenido que se realiza en otras centrifugas, para eliminar por completo los sólidos y la fracción acuosa, que provocarían una rápida alteración del aceite durante su almacenamiento. Para ello se añade el agua caliente y se centrifuga controlando cuidadosamente la temperatura ya que la densidad y la viscosidad del aceite dependen de ella de gran manera. Para esta operación resulta adecuada la temperatura de 95°C. El aceite purificado por este procedimiento se almacena a continuación en tanques limpios y secos (Windsor y Barlow, 1984).



Figura 19: Pulidora de aceite de pescado

Fuente: TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A.

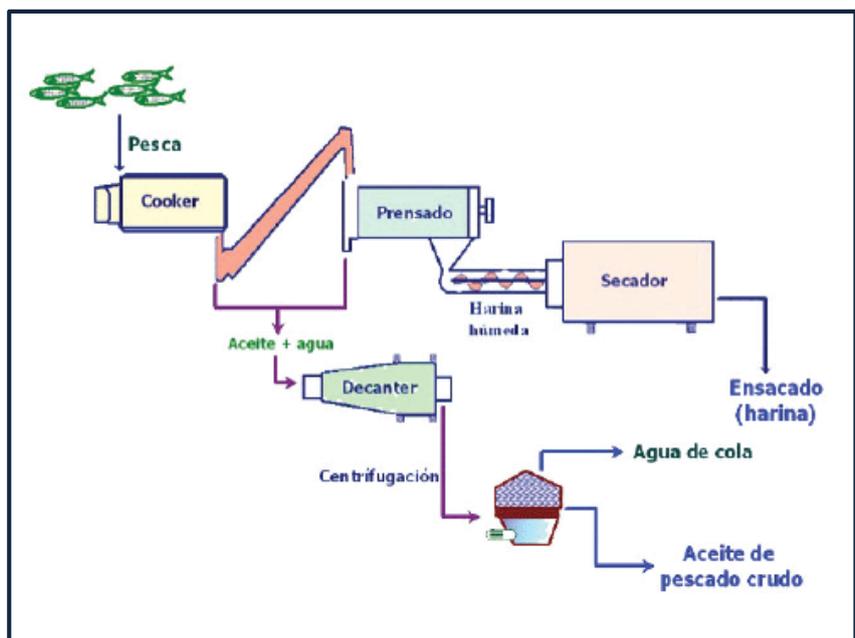


Figura 20: Esquema de obtención de aceite y harina de pescado

Fuente: Tecnológica de Alimentos S.A, 2013.

2.6 Usos actuales del aceite de pescado

El principal uso actual del aceite de pescado hoy en día es en la industria acuicultora, principalmente en la salmonicultura (salmón y trucha), la que ha alcanzado altos niveles de producción en países como Noruega, Chile,

Canadá, Escocia, entre los países con mayor actividad en este rubro (Anónimo, 2008). El salmón es una especie carnívora, por lo cual en cautiverio debe ser alimentado con insumos de origen animal e idealmente marinos. Por esta razón los pellets que se preparan para estos animales deben tener un alto contenido de harina y aceite de pescado. Esta actividad consume el 76% de la producción de aceite de pescado, demanda que es cada vez más creciente. Otra actividad que demanda aceite de pescado, aunque cada vez en menor proporción, es la hidrogenación para la preparación de mantecas y margarinas, la que actualmente se estima en 11% de la producción. Sin embargo, esta actividad está decreciendo debido al cuestionamiento de los efectos nutricionales y en la salud de los isómeros trans los que se forman en gran cantidad y variedad durante la hidrogenación de los aceites marinos. Finalmente, la industria farmacéutica y nutracéutica representa un porcentaje importante de la demanda actual, donde se utiliza para la preparación de cápsulas, concentrados de omega-3, emulsiones y otras formas consumibles (Valenzuela, 2006).

2.7 El coeficiente de correlación

En las diferentes áreas del conocimiento existen problemas que requieren el análisis de más de una variable, como por ejemplo; un psicólogo puede estar interesado en saber qué clase de relación existe entre la tasa de delincuencia juvenil que hay en la comunidad y el grado de hacinamiento de los hogares que allí se encuentran; un profesor puede estar interesado en conocer de qué manera se puede predecir el rendimiento en álgebra de un estudiante con base en el puntaje obtenido en una prueba de aptitud en dicha asignatura; un agrónomo desea conocer si existe relación entre la cantidad de lluvia caída y el rendimiento de ciertos productos agrícolas, es decir, si es afectado desfavorablemente tanto por la excesiva lluvia (humedad), como por la excesiva sequía del suelo. Estas relaciones y muchas otras se pueden investigar por medio del análisis de correlación y/o regresión, simples o lineales, si la relación está limitada a dos variables (si fuera más de dos variables, este análisis de correlación y regresión sería múltiple). En realidad el término medida de correlación lineal implica

encontrar un valor numérico que exprese el grado de correspondencia o dependencia que existe entre dos variables. El coeficiente de correlación es un estadístico que proporciona información sobre la relación lineal existente entre dos variables cualesquiera. Básicamente, esta información se refiere a dos características de la relación lineal: la dirección o sentido y la cercanía o fuerza (Restrepo y Gonzales, 2005).

Al hablar de la correlación lineal de dos variables es necesario distinguir dos casos: correlación positiva y correlación negativa.

Correlación positiva. Ocurre cuando al crecer (o decrecer) una de las variables, la otra también crece (o decrece). Por ejemplo: a medida que se eleva el nivel de vida de una población, tiende a aumentar el consumo de artículos que no son de primera necesidad (Restrepo y Gonzales, 2005).

Correlación negativa. Ocurre cuando al crecer alguna de las variables, la otra decrece o viceversa. Por ejemplo: a medida que se amplían los sistemas de salubridad y medicina preventiva, decrece el índice de mortalidad de las enfermedades infectocontagiosas.

Es importante notar que el uso del coeficiente de correlación solo tiene sentido si la relación bivariada a analizar es del tipo lineal. Si ésta no fuera no lineal, el coeficiente de correlación solo indicaría la ausencia de una relación lineal más no la ausencia de relación alguna. Debido a esto, muchas veces el coeficiente de correlación se define de manera más general, como instrumento estadístico que mide el grado de asociación lineal entre dos variables (Restrepo y Gonzales, 2005).

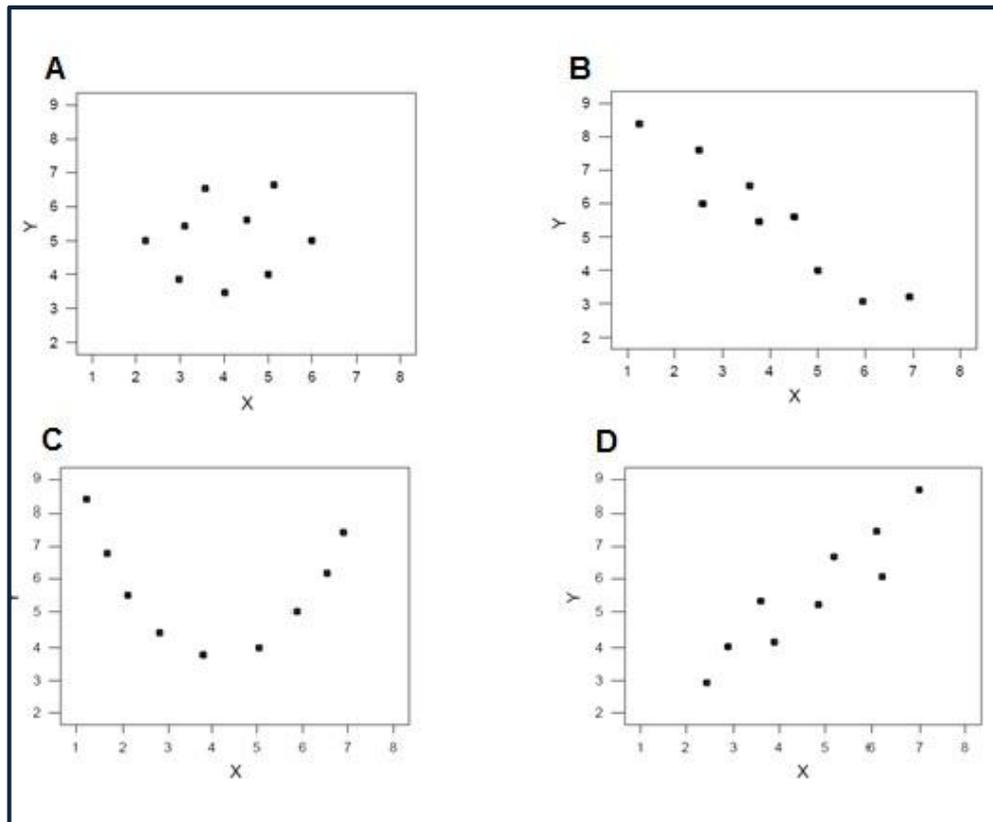


Figura 21: Tipos de correlación, (A) variables no correlacionadas ($r=0$); (B) correlación lineal negativa ($r=-1$); (c) correlación no lineal ($r=0$), (D) correlación lineal positiva ($r=+1$).

Fuente: Flick (2012).

2.7.1 Coeficiente de correlación de Pearson

Tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas que poseen una distribución normal bivariada conjunta. El coeficiente se define por la siguiente fórmula.

$$\rho = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad -1 \leq \rho \leq 1$$

Cuando $\rho=+$ la relación es directa entre las variables. Si $\rho=-$ la relación es inversa y si $\rho=0$ son independientes. Dicho coeficiente se puede expresar en términos de su estadístico:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right]}}$$

$$-1 \leq \gamma \leq 1$$

El coeficiente de correlación de Pearson es la media geométrica entre las pendientes de los modelos de regresión lineal simple Y/X, X/Y así:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Donde:

β_0 = intercepto del modelo

β_1 = pendiente del modelo, cambio esperado en y por unidad de cambio en x.

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Existe una escala para interpretar el coeficiente de correlación dada por algunos autores:

Magnitud de la Correlación	Significado
-1,00	Correlación negativa perfecta
-0,90	Correlación negativa fuerte
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,50	Correlación negativa media
-0,10	Correlación negativa débil
0,00	Correlación nula
+0,10	Correlación positiva débil
+0,50	Correlación positiva media
+0,75	Correlación positiva considerable
+0,90	Correlación positiva muy fuerte
+1,00	Correlación positiva perfecta

Figura 22: Escala de coeficiente de correlación

Fuente: Flick (2012).

2.7.2 Valor P de significación de R

Otro aspecto importante a considerar es la significancia del valor de r , que viene dado por el valor de P que lo acompaña.

Si el valor de P que acompaña a R es menor que 0.05, concluimos que la correlación es significativa y esto indica que es una correlación o relación real, no debida al azar. Por ejemplo, si la salida del software muestra un $R=0.80$; $P<0.05$, nos indica que la correlación es significativa.

CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la empresa Tecnológica de Alimentos S.A y el Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional De la Santa.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1 Materia prima

Para la elaboración del presente estudio, se utilizó anchoveta (*Engraulis ringens*) provenientes las zonas de captura de Islas Pelao, Salaverry y Chimbote, con niveles de deterioro (TBVN) (<25,26-30,31-35 y >35), provenientes de las siguientes embarcaciones:

EMBARCACIONES PESQUERAS ZONA DE PESCA CHIMBOTE.

“EP DON GERARDO” 250 TM, “EP RIMAC” 75 TM, “EP JAVIER” 150 TM, “EP DON FRANCISCO” 180 TM (fecha 22.06.2014)

EMBARCACIONES PESQUERAS ZONA DE PESCA ISLAS PELAO

“EP TASA 54” 200TM, “EP TASA 44” 400TM, “EP TASA 57” 270TM, “EP TASA 415” 370 TM (fecha 15.05.2014)

EMBARCACIONES PESQUERAS ZONA DE PESCA SALAVERRY

“EP TASA 59” 270 TM, “EP TASA 45” 220 TM, “EP TASA 57” 490 TM (fecha 17.06.2014)

Todas las embarcaciones mencionadas pertenecientes a la empresa pesquera Tecnológica de Alimentos S.A. ubicados en la ciudad de Chimbote. Las muestras de aceite fueron

acondicionadas en viales ámbar de 10 ml, agregando una capa de nitrógeno N₂ y envueltas en papel aluminio para evitar su oxidación conservándolas bajo refrigeración a una temperatura de 6°C.

3.2.2. Reactivos

- Boro Tri fluoruro-Metanol (Complejo) (solución al 20% en Metanol) para síntesis, Merck.
- NaOH, lentejas, para análisis, ACS, ISO, PhEur, Sharlau SO 0425.
- NaCl, para análisis, ACS, ISO, PhEur, Sharlau SO 0227.
- Isoctano, para cromatografía de gases, Merck.
- Hexano, para cromatografía de gases, Merck.
- Metanol, para cromatografía de gases, Merck.
- Ácido Bórico, Aldrich 23.646.
- Ácido Sulfúrico, 96.4%, Mallinckrodt AR 8ACS
- óxido de magnesio
- Azul de Metileno
- Gas N₂, Messer
- Gas He UHP, Messer
- Gas H₂ UHP, Messer
- Aire Sintético 4.7, Messer

3.2.3. Materiales de vidrio

- probeta de 50 ml
- pipeta 1,5, y 10 ml
- placa Petri.
- vaso precipitado 50 y 100 ml
- matraz Erlenmeyer de 10, 50, 100, 250 ml
- fioles de 50 y 100 ml
- pipetas graduadas de 1, 2, y 5 ml (una para cada solución y para cada solvente).

- pipetas pasteur
- viales con tapa 2 ml
- Tubos tapa rosca
- Pera succionadora
- Gradilla de Tubos

3.2.4. Equipos

- Estufa marca MEMMERT, modelo 854 SCHWABACH, Alemania.
- Mufla marca THERMOYNE, modelo 2-16.
- Equipo de baño maría marca AQUA BATH, modelo N°18007 A-1CE.
- Equipo de extracción de grasas Soxhlet FOSS, modelo Soxtec 2043.
- Balanza analítica marca DENVER INSTRUMENT COMPANY, modelo AA-200, USA.
- Campanas de desecación
- Digestor – Destilador marca KJELDAHL SHIAR, modelo 3505300.
- Cromatografo de gases marca SHIMADZU, modelo 2010, con detector de ionización de flama (FID), equipado con columna capilar de Sílice fundida PAG, de carácter multipolar (Stabilwax 100m de largo x 0.25 mm de diámetro interno x 0.2um de espesor). Se utilizó como fase móvil gas helio, hidrogeno y aire sintético, todos de alto grado de pureza 99.99%, grado cromatografo.

3.3. Procedimiento experimental de la investigación

En la figura se muestra el esquema experimental que se desarrolló en este trabajo de investigación. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con la mezcla de 3 (Y_1 , Y_2 Y Y_3) zonas de pesca (Chimbote, Salaverry, Islas Pelao), y 4 niveles de deterioro (X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5) dando un total de 36

análisis. Los resultados fueron analizados con el uso del paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

Con la descarga de la materia prima (anchoveta) fueron realizados los análisis TBVN y proximales proveniente de las diferentes zonas de captura.

Finalmente se realizó el análisis del perfil lipídico de las 36 muestras de aceite crudo de pescado con la finalidad de determinar la cantidad de omegas EPA y DHA.

Tabla 2: Diseño experimental

		Grado De Deterioro TBVN			
		<25	25-30	31-35	>35
		X1	X2	X3	X4
Zonas De Pesca	Chimbote	<i>k 1</i>	<i>k 10</i>	<i>k 19</i>	<i>k 28</i>
	Y1	<i>k 2</i>	<i>k 11</i>	<i>k 20</i>	<i>k 29</i>
		<i>k 3</i>	<i>k 12</i>	<i>k 21</i>	<i>k 30</i>
		Islas Pelao	<i>k 4</i>	<i>k 13</i>	<i>k 22</i>
	Y2	<i>k 5</i>	<i>k 14</i>	<i>k 23</i>	<i>k 32</i>
		<i>k 6</i>	<i>k 15</i>	<i>k 24</i>	<i>k 33</i>
		Salaverry	<i>k 7</i>	<i>k 16</i>	<i>k 25</i>
	Y3	<i>k 8</i>	<i>k 17</i>	<i>k 26</i>	<i>k 35</i>
		<i>Zk 9</i>	<i>k 18</i>	<i>k 27</i>	<i>k 36</i>

3.4. Análisis fisicoquímico de la materia prima

3.4.1. Humedad

Se determinó según el método AOAC 934.06 (37.1.10):1985.Determinación de humedad.

3.4.2. Nitrógeno básico volátil total (TBVN)

Se determinó según la NTP-ISO5983:2002 Alimentos para animales. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculos del contenido de proteína cruda. Método Kjeldahl.

3.4.3. Proteína

Se determinó según el método UNE-EN ISO 5983-2 parte.2.Dic.2006. Determinación de proteínas totales (Metodo Kjeldahl), utilizando como factor 6.25.

3.4.4. Grasa

Se determinó según el método UNE 64021 1971, método Soxhlet.

3.4.5. Ceniza

Se realizó por incineración de la materia orgánica en una mufla, siguiendo la metodología por la N.T.P. 204.022:1982 (Revisada el 2011).

3.4.6. Análisis del perfil lipídico por cromatografía de gases

Se utilizó el método oficial AOAC 996.06 para determinación de ácidos grasos FAMES. Se pesó 0.025 g. de muestra previamente secada en la estufa Memmert a 70 °C x 3h. Se añadió 1.5 ml de solución de NaOH 0.5N, se cubrió con una capa de N₂ y se calentó por 5 minutos a 100°C. Una vez enfriada se añadió 2 ml de solución de BF₃ se cubrió con una capa de N₂,

se agito y calentó por 30 minutos a 100°C. Enfriada la muestra se añadió 1 ml de Isooctano, y se cubrió con una capa de N₂ y agitó por 30 segundos. Inmediatamente se añadió 5 ml de solución saturada de NaCl cubriendo con una capa de N₂ y agitando vigorosamente. Se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se transfirió la fase orgánica (isooctano), a un vial de 2 ml y se cubrió con una capa de N₂. Luego se inyectó 1 µL en el cromatografo de gases Shimadzu modelo 2010, con una columna capilar (Rt-2560, 100m de largo x 0.25 de diámetro interno y 0.2 µm de espesor). Utilizando como gas carrier helio (He) de alta pureza 99.99%, con velocidad de arrastre de 30 mL/min. Las condiciones fueron las siguientes: temperatura de inyector 225°C, temperatura de detector (FID) 250°C, flujo de hidrogeno (H) 40 mL/min y flujo de aire sintético: 399.8 mL/min.

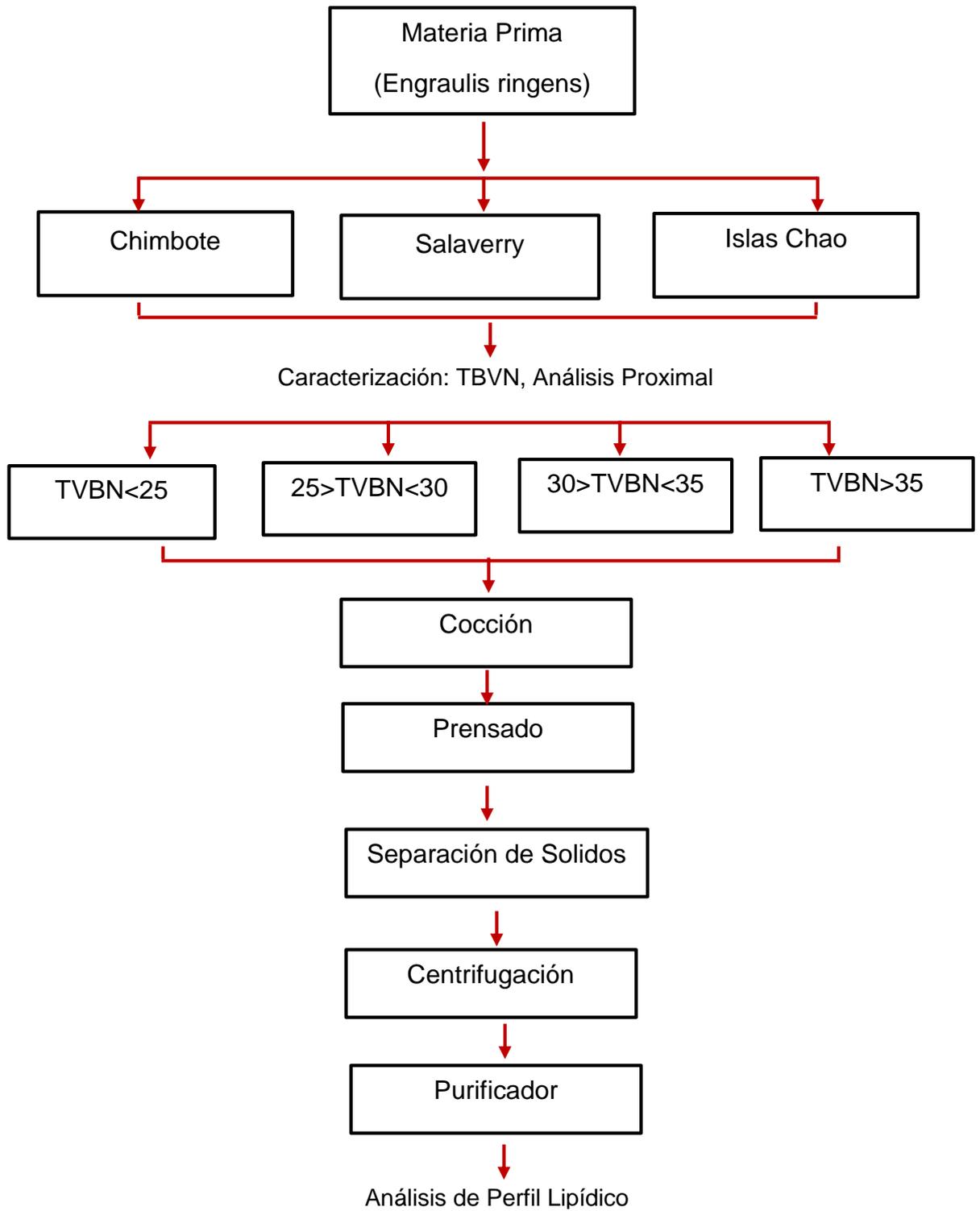


Figura 23: Esquema experimental del proceso de obtención de aceite de pescado

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Obtención del aceite de pescado

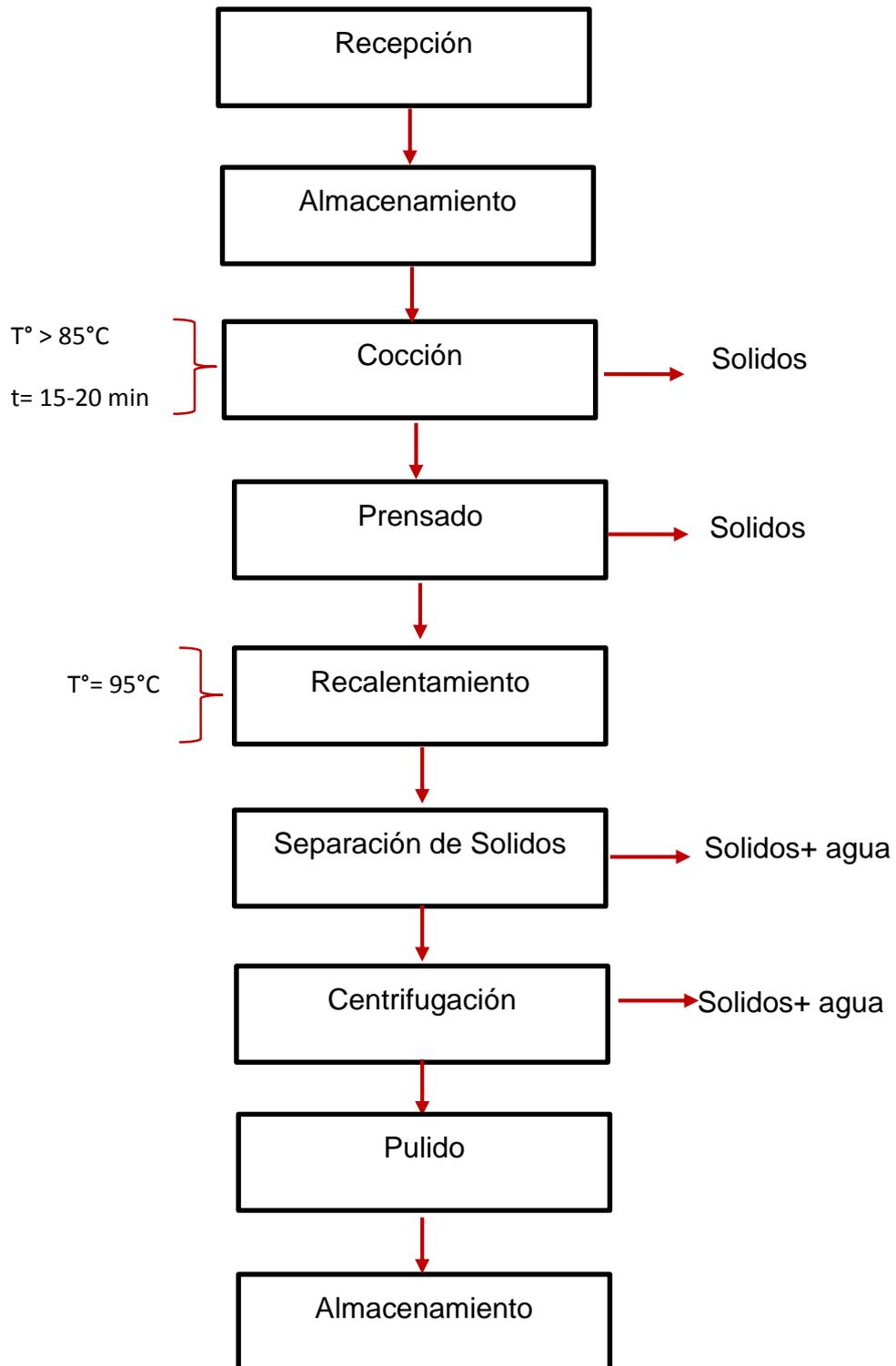


Figura 24: Flujo de operaciones para la obtención de aceite de pescado

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Recepción

En temporada de producción se recibe anchoeta como materia prima a diario, la materia puede provenir de distintas zonas de pesca dependiendo del movimiento de los cardúmenes de anchoeta, el objetivo de esta etapa es recibir la anchoeta lo más rápido posible desde la bodega de las embarcaciones hasta las balanzas de pesaje, cuidando de que el daño físico en el pescado sea mínimo a causa de las operaciones de descarga.

3.5.2. Almacenamiento

Se almacena el pescado en pozas adecuadas para este fin, se clasifican de acuerdo al tiempo de captura (TDC) se trata de procesar el pescado lo más rápido posible para evitar deterioro de la materia prima por excesivo tiempo de almacenaje.

3.5.3. Cocción

La cocción se realiza entre temperaturas de 85 a 100 °C según sea la disponibilidad del vapor proveniente de las calderas, este proceso tiene un tiempo de 15-20 minutos cabe resaltar que este proceso es continuo durante toda la jornada del día.

3.5.4. Prensado

El objetivo de esta etapa del proceso es quitar la mayor cantidad de sólidos presentes en la materia prima, se utilizan prensas con tornillos sin fin que en la parte final tienen un diámetro menor obligando a la torta a comprimirse cada vez que se acercan al final de la prensa, esto garantiza que se extraiga la mayor cantidad de sólidos presentes, posterior a esto se tienen sólidos los cuales son direccionados a la producción de harina, y

también se tiene una fase acuosa denominada **licor de prensa** en el cual se tiene agua aceite y sólidos.

3.5.5. Separación de Sólidos

El licor de prensa se direcciona a separadores **decanters** los cuales por acción de fuerzas centrifugas separan un alto contenido de solidos suspendidos, acondicionando el licor de prensa para un posterior centrifugado.

3.5.6. Recalentamiento

El licor de prensa que en su etapa inicial tenía entre 85-100°C se ha enfriado a 80-85°C, es necesario realizar un nuevo recalentamiento a este **licor de separadora** para que en una posterior separación por centrifugación sea optima, se utilizan intercambiadores de placas.

3.5.7. Centrifugación

En base a un licor de separadora con 95 °C se procede a centrifugar con el fin de separar el agua del aceite, se obtiene aceite con mínima cantidad de sólidos y humedad.

3.5.8. Pulido

El aceite saliente de las centrifugas pasa por una pulidora en el cual se retira los restos de humedad y sólidos, obteniendo así un aceite de alta calidad físico- química.

3.5.9. Almacenamiento

El aceite ya pulido se almacena en decantadores de metal para sedimentar sólidos y agua que pueden haber pasado hasta esta etapa a causa de desviaciones en el proceso.

CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados fisicoquímicos de la materia prima

A continuación se muestra los resultados promedios del análisis proximal realizado a la materia prima (anchoveta) para las zonas de pesca en estudio.

Tabla 3: Resultados del análisis proximal de la Anchoveta para la Zona de pesca Chimbote

X	Y	TBVN (mg N/100gr pescado)	% HUMEDAD	% GRASA	% PROTEINA	% CENIZA
ZONA DE PESCA CHIMBOTE	TBVN < 25	21	69.02	9.03	18.87	3.08
		22	69.01	9.01	18.97	3.01
		23	68.97	8.90	19.14	2.99
	25 – 30	27	68.89	9.06	18.93	3.12
		28	69.08	8.99	18.89	3.04
		29	68.99	9.04	18.85	3.12
	31 – 35	32	68.88	9.10	18.85	3.17
		33	68.99	9.09	18.87	3.05
		34	69.10	9.05	18.86	2.99
	35 < TBVN	37	69.00	9.02	18.86	3.12
		38	69.35	9.10	18.48	3.07
		39	68.98	9.00	18.82	3.20
PROMEDIO			69.02	9.03	18.87	3.08

Tabla 4: Resultados del análisis proximal de la Anchoveta para la Zona de pesca Islas Pelao

X	Y	TBVN (mg N/100gr pescado)	% HUMEDAD	% GRASA	% PROTEINA	% CENIZA
ZONA DE PESCA ISLAS PELAO	TBVN < 25	22	68.54	9.96	18.75	2.75
		23	68.50	10.00	18.74	2.76
		24	68.66	9.99	18.55	2.80
	25 – 30	26	68.65	9.98	18.69	2.68
		27	68.54	10.04	18.58	2.84
		28	68.49	9.91	18.71	2.89
	31 – 35	32	68.53	9.90	18.77	2.80
		33	68.55	9.88	18.88	2.69
		34	68.52	9.94	18.84	2.70
	35 < TBVN	46	68.62	9.94	18.85	2.59
		50	68.44	9.99	18.89	2.68
		54	68.45	10.01	18.70	2.84
PROMEDIO			68.54	9.96	18.75	2.75

Tabla 5: Resultados del análisis proximal de la anchoveta para la zona de pesca Salaverry

La tablas 3, 4 y 5 muestran los resultados del análisis proximal de la anchoveta cruda proveniente de las zonas de pesca de Chimbote, Islas Pelao y Salaverry, respectivamente, cuyos valores se encuentran dentro

X	Y	TBVN (mg N/100gr pescado)	% HUMEDAD	% GRASA	% PROTEINA	% CENIZA	
ZONA DE PESCA ISLAS SALAVERRY	TBVN < 25	22	71.72	7.28	17.36	3.64	
		23	71.68	7.29	17.41	3.62	
		24	71.87	7.34	17.15	3.64	
	25 – 30	26	71.86	7.28	17.23	3.63	
		27	71.56	7.30	17.55	3.59	
		28	71.70	7.22	17.34	3.74	
	31 – 35	32	71.77	7.19	17.45	3.59	
		33	71.60	7.35	17.41	3.64	
		34	71.68	7.19	17.57	3.56	
	35 < TBVN	45	71.97	7.28	17.06	3.69	
		49	71.67	7.29	17.37	3.67	
		53	71.56	7.30	17.50	3.64	
	PROMEDIO			71.72	7.28	17.37	3.64

del rango proximal reportados por el IMARPE (1996), donde obtiene 70.8%,8.2%,19.1% y 1.2% en humedad, grasa, proteína y cenizas para muestra de anchoveta cruda. Asimismo estos resultados coincidieron con lo obtenido en el presente estudio, donde muestra una relación inversa entre el contenido de humedad y grasa. Según IMARPE (1996), refiere que el resultado proteico, su variación este influenciada por el mes y tiempo de captura así como otros factores de tamaño y estado juvenil o madurez.

HUSS (1988), refiere que las variaciones en la composición química del pez están estrechamente relacionadas con la alimentación. Durante los periodos de intensa alimentación el contenido de proteínas del músculo aumenta al principio muy levemente, y luego el contenido de lípidos muestra un marcado y rápido aumento. El pez tiene periodos de inanición por razones naturales o fisiológicas (como desove o migración) o bien por factores extremos como la escasez de alimento. En este caso, especies que se alimentan de plancton, como la anchoveta, experimentarán una

variación estacional natural ya que la producción de plancton depende de la estación.

El mismo autor señala que, la fracción lipídica es el componente que muestra la mayor variación. A menudo, dentro de ciertas especies la variación presenta una curva estacional característica con un mínimo cuando se acerca la época de desove, característica de especies como la anchoveta, caballa, entre otras. Por otro lado, la variación en el porcentaje de grasa se refleja en el porcentaje de agua ya que grasa y agua constituyen normalmente cerca del 80 por ciento del filete.

4.2. Perfil Lipídico en la Anchoveta Cruda efecto del grado de deterioro y zona de pesca sobre el porcentaje de DHA.

Tabla 6: Resultados del perfil lipídico para la zona de pesca de Chimbote

ZONA DE PESCA	TBVN (MG N/100 GR PESCADO)	PERFIL LIPÍDICO			PROMEDIOS		
		%DHA	%EPA	%OMEGA 3	DHA	EPA	OMEGA 3
ZONA DE PESCA CHIMBOTE	22	13.52	25.59	39.11	13.50	25.60	39.10
		13.48	25.58	39.06			
		13.5	25.62	39.12			
	28	14.16	25.53	39.69	14.15	25.51	39.66
		14.1	25.51	39.61			
		14.19	25.48	39.67			
	33	14.26	25.65	39.91	14.27	25.43	39.69
		14.24	25.4	39.64			
		14.3	25.23	39.53			
38	14.62	25.05	39.67	14.53	24.91	39.44	
	14.5	24.9	39.4				
	14.46	24.79	39.25				

Tabla 7: Resultados del perfil lipídico para la zona de pesca de Islas Pelao

ZONA DE PESCA	TBVN (MG N/100 GR PESCADO)	PERFIL LIPÍDICO			PROMEDIOS		
		%DHA	%EPA	%OMEGA 3	DHA	EPA	OMEGA 3
ZONA DE PESCA ISLAS PELAO	23	15.35	25.26	40.61	15.31	25.26	40.57
		15.28	25.23	40.51			
		15.31	25.28	40.59			
	27	14.81	24.91	39.72	14.64	24.68	39.32
		14.7	24.64	39.34			
		14.4	24.5	38.9			
	33	15.75	24.36	40.11	15.71	24.20	39.92
		15.7	24.2	39.9			
		15.69	24.05	39.74			
50	15.93	23.91	39.84	15.89	23.67	39.56	
	15.9	23.7	39.6				
	15.84	23.4	39.24				

Tabla 8: Resultados del perfil lipídico para la zona de pesca Salaverry

ZONA DE PESCA	TBVN (MG N/100 GR PESCADO)	PERFIL LIPÍDICO			PROMEDIOS		
		%DHA	%EPA	%OMEGA 3	DHA	EPA	OMEGA 3
ZONA DE PESCA SALAVERRY	23	14.98	25.04	40.02	14.94	25.05	39.99
		14.95	25	39.95			
		14.9	25.1	40			
	27	14.31	25.72	40.03	14.28	25.67	39.95
		14.27	25.67	39.94			

	14.25	25.63	39.88			
33	15.92	24.8	40.72	15.89	24.40	40.29
	15.9	24.5	40.4			
	15.86	23.9	39.76			
49	16.07	24.37	40.44	16.10	24.32	40.42
	16.1	24.35	40.45			
	16.13	24.25	40.38			

Tabla 9: ANOVA para el DHA

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	DE CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR P
ZONA DE CAPTURA	2	12.245	6.123	1145.00	0.000
GRADO DE DETERIORO	3	8.2035	2.73451	511.39	0.000
INTERACCIÓN	6	2.7951	0.46585	87.12	0.000
ERROR	24	11.127	0.00535		
TOTAL	35	23.372			

En la tabla 9, muestran los resultados en cuanto al contenido de DHA, donde la zona de captura tiene diferencia altamente significativa al igual que el grado de deterioro y la interacción entre ellas a un nivel de significancia ($p < 0.05$).

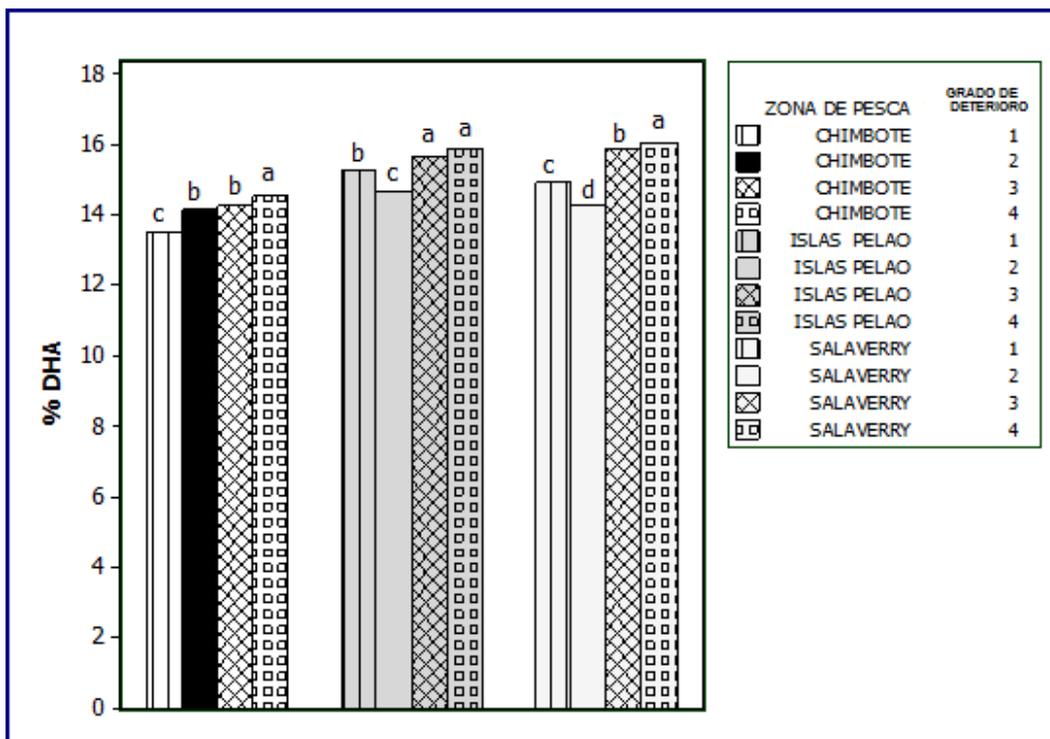


Gráfico 1: Gráfico de barras de zona de pesca vs. Grado de deterioro para % DHA.

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

Los resultados presentados en el Gráfico 1, indican un mayor contenido de **DHA** para la anchoveta proveniente de las zonas de captura de Salaverry y las Islas Pelao, en los grados de deterioro **X1, X3** y **X4** (<25, 30-35 y >35 mgN/100gr de pescado), encontrándose concentraciones de DHA de 14.98%, 15.92%, 16.07% y 15.35%, 15.75%, 15.93%, respectivamente. Contenidos menores fueron publicados por Ordoñez y Hernández (2014), quienes encontraron valores de 9.8 % en la anchoveta entera cruda y 20.8% después del tratamiento térmico de la conserva en salmuera al 3%. En la gráfica 2 de contorno, se observa que en la cuarta región verde más oscura pueden establecerse las concentraciones más altas en DHA (>16%) del aceite crudo de anchoveta, el cual pertenece a la zona de pesca de Salaverry. Los valores más bajos de %DHA se concentraron en la zona de pesca de Chimbote ($p < 0.05$) en sus cuatro niveles de grado de deterioro.

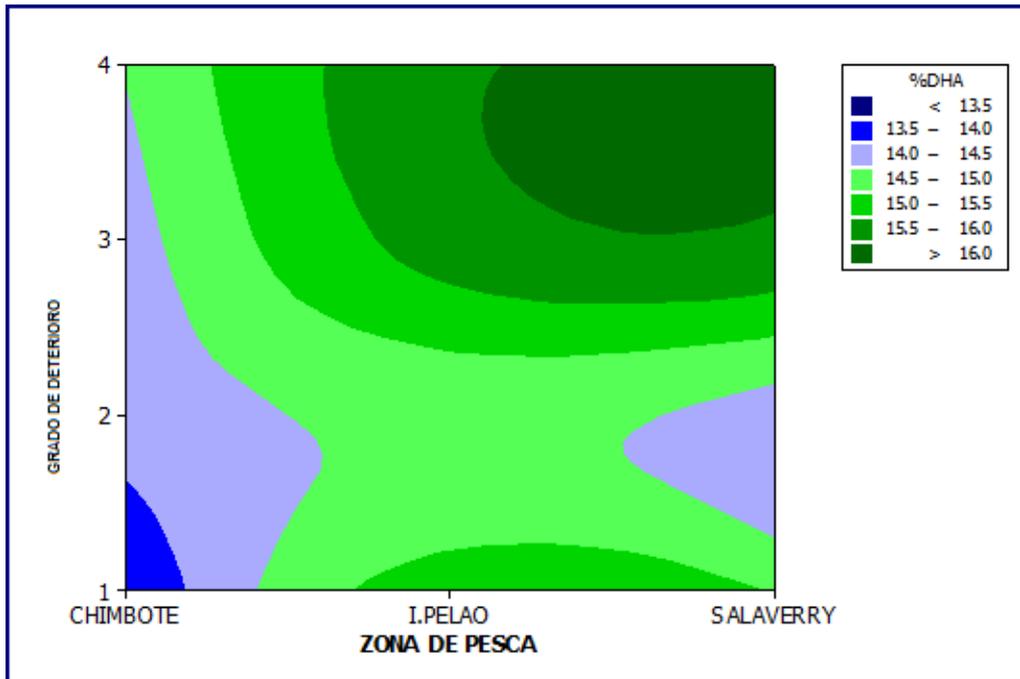


Gráfico 2: Gráfico de contorno zona de pesca vs. Grado de deterioro para % DHA

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

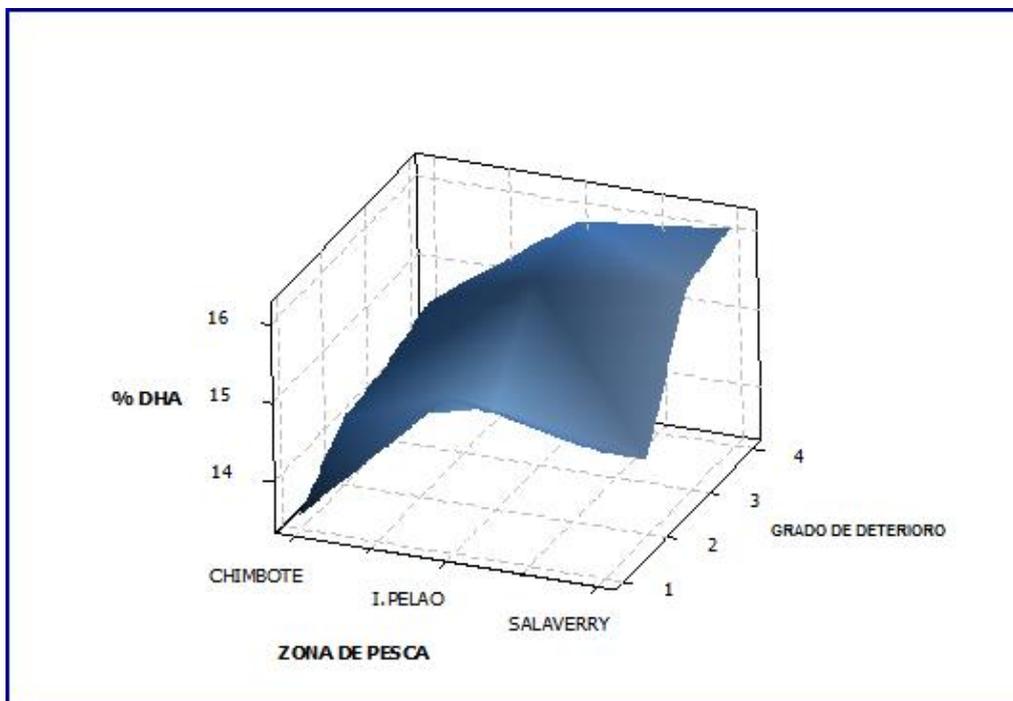


Gráfico 3: Gráfico de superficie zona de pesca vs. Grado de deterioro para % DHA

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

En la Grafico 2 y 3 muestra para este estudio como la zona de pesca y el grado de deterioro en la anchoveta afectan el contenido de DHA, por lo tanto la zona de pesca Salaverry y las islas Pelao tienden a presentar niveles más altos en el %DHA a medida que se acelera el deterioro de la anchoveta.

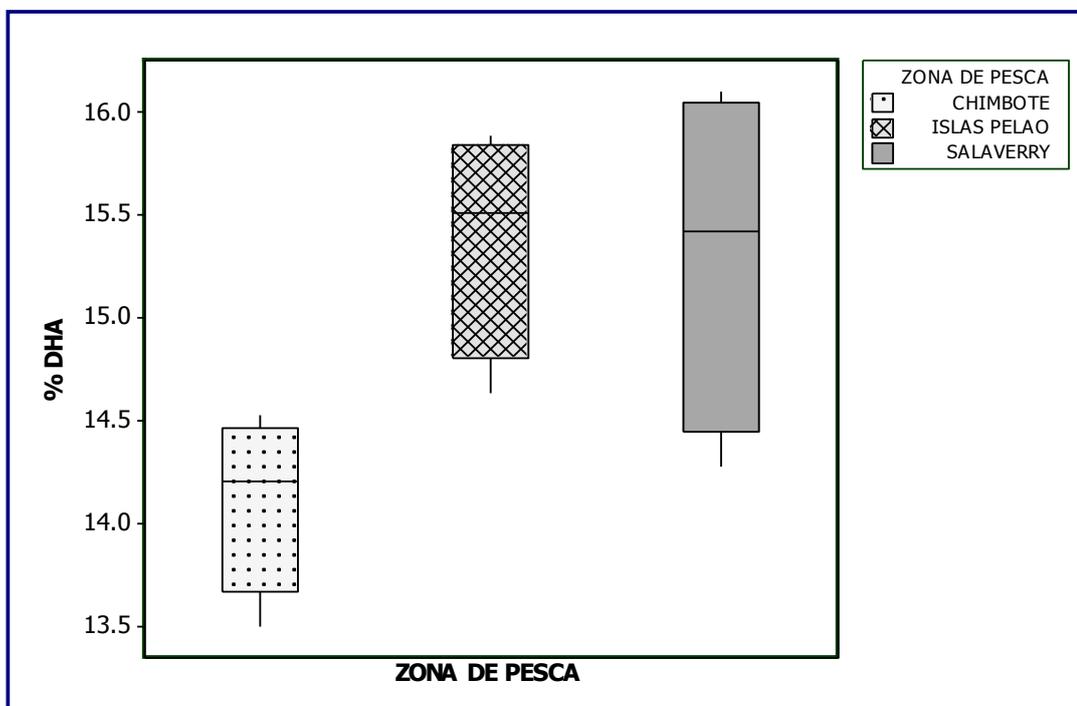


Gráfico 4: Gráfico de cajas % DHA por zona de pesca
Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

En la Grafico 4, nos indica que la zona de pesca Chimbote concentró los menores contenidos de DHA y a la vez fue la que presentó menor variabilidad en los resultados. Por el contrario la zona de pesca de Salaverry fue la que alcanzó los mayores valores del contenido de DHA, reportando la mayor variabilidad con un rango intercuartil de 2.

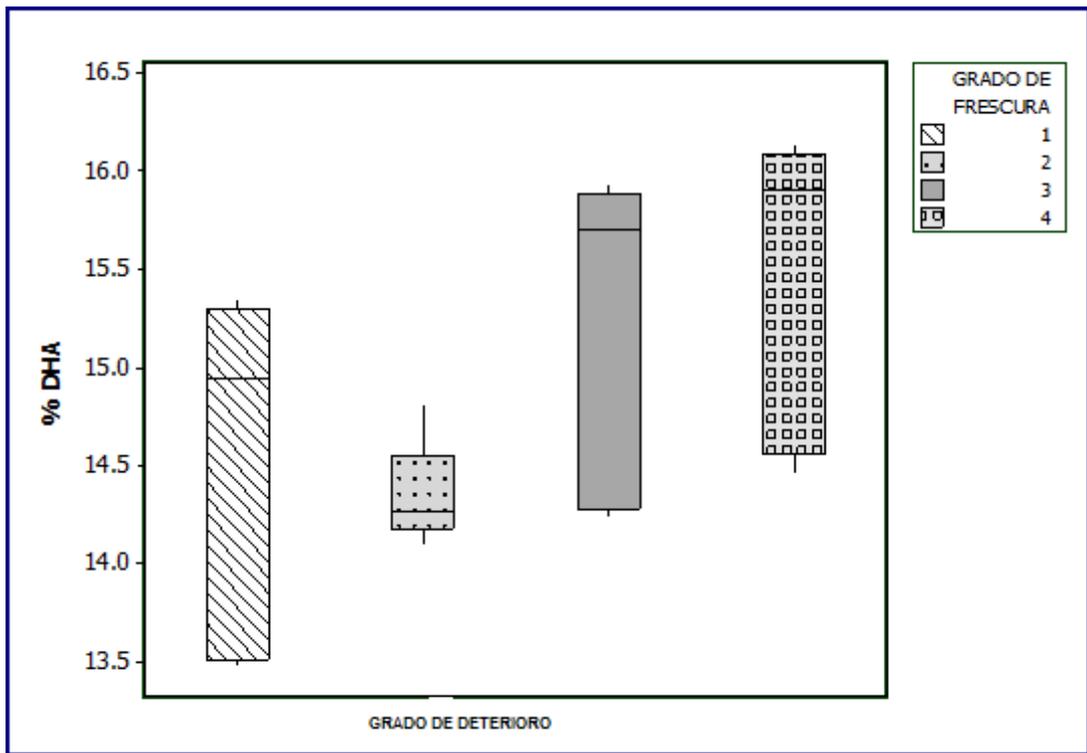


Gráfico 5: Gráfico de cajas % DHA por grado de deterioro
Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

En el Grafico 5, se observa que con los grados de deterioro **Y3** y **Y4** se obtuvo los mayores valores en contenido de DHA y su vez presentaron mayor variabilidad en los resultados. Por otro lado, se encontraron menores contenidos de DHA para el grado de deterioro **X2**, presentando la menor variabilidad.

Según Stansby y Lemon (1937) la descomposición del pescado se desarrolla en dos etapas, la primera con formación de aminoácidos, peptonas y polipéptidos, y otra posterior en la que se desprenden amoníaco, aminas y sulfuro de hidrógeno.

4.3. Efecto del grado de deterioro y zona de pesca sobre el contenido de EPA

Tabla 10: ANOVA para el EPA

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	VALOR P
ZONA DE CAPTURA	2	1.65282	0.826408	7.08	0.026
GRADO DE DETERIORO	3	2.15193	0.717310	6.15	0.029
INTERACCIÓN	6	0.413205	0.0688675	0.5904	0.004
ERROR	24	0.69986	0.116644		
TOTAL	35	4.917815			

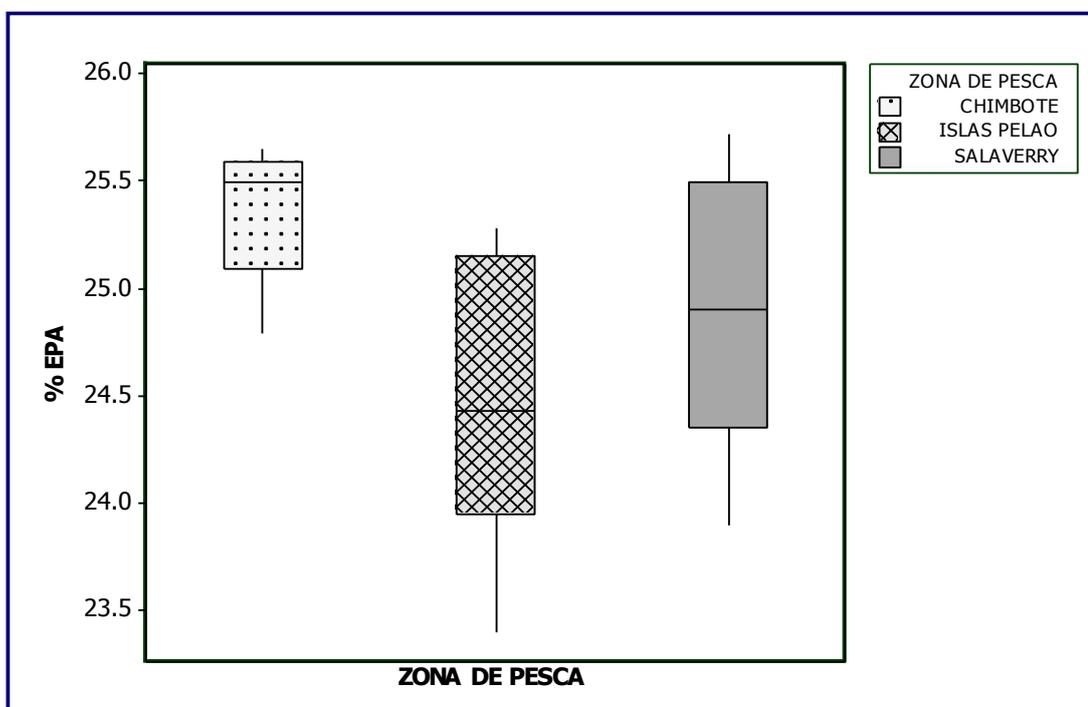


Gráfico 6: Gráfico de cajas % EPA para las zonas de pesca de Chimbote, Islas Pelao y Salaverry.

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

En el Grafico 6, se observa mayores concentraciones de EPA para la zona de captura de Chimbote, asimismo indica la menor variabilidad en los resultados, con tendencia de asimetría negativa.

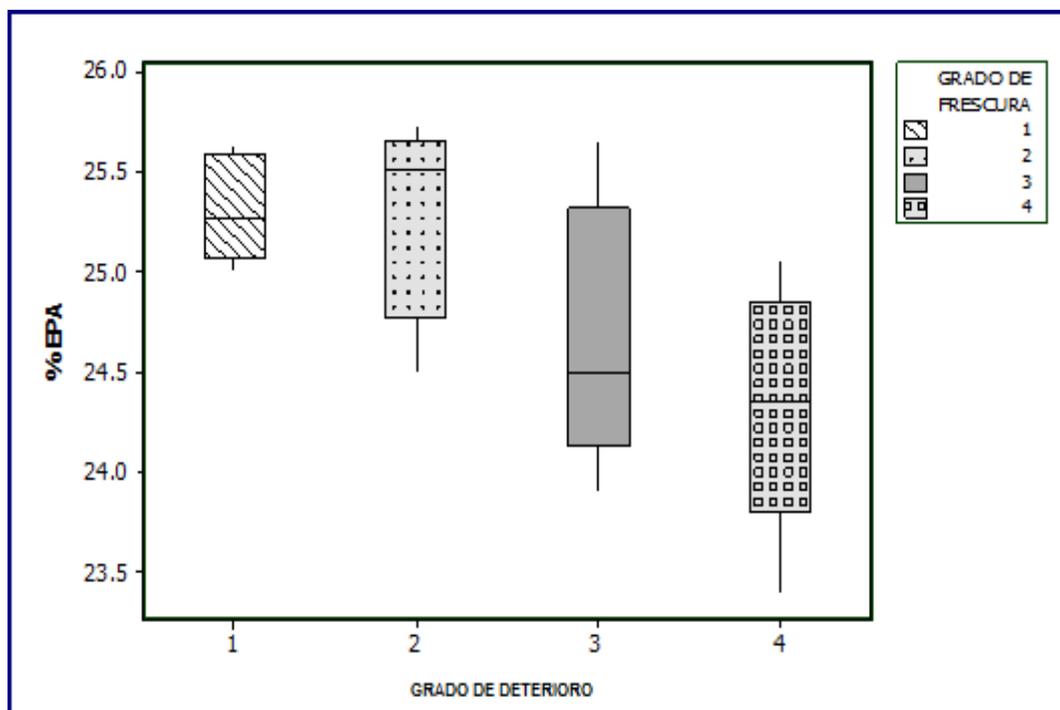


Gráfico 7: Gráfico de cajas % EPA por grados de deterioro.

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

En el Grafico 7, se observa que se alcanzó mayores valores en % EPA con grado de deterioro **X2** y también se observaron los menores valores con el grado de deterioro **X4** presentando a su vez la mayor variabilidad con un rango intercuartil de 2.1.

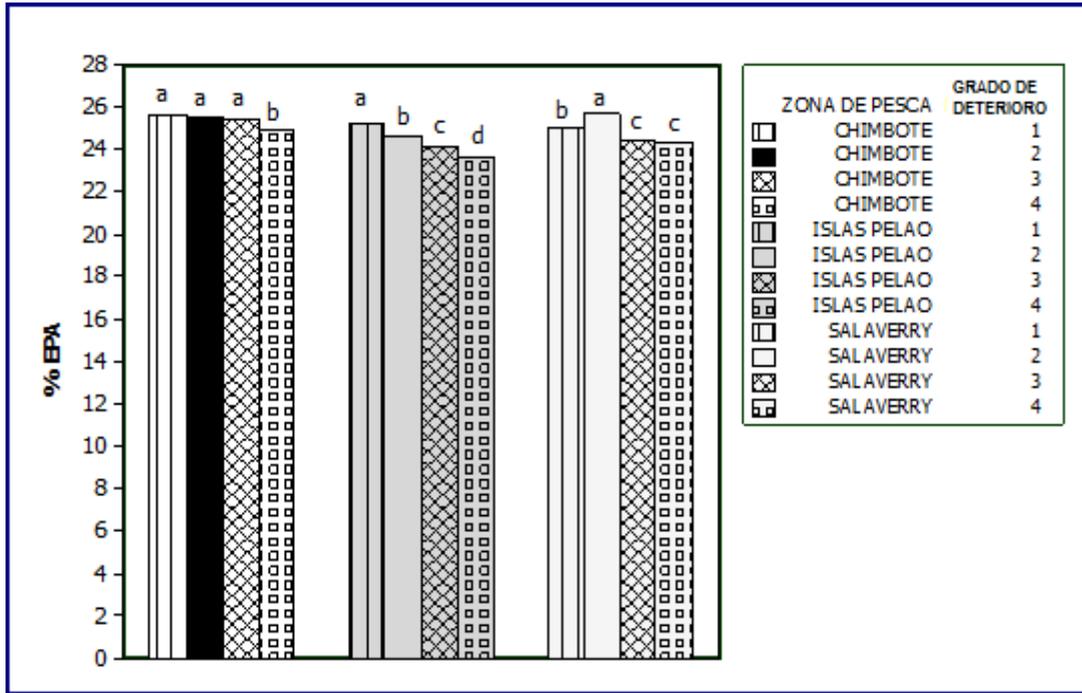


Gráfico 8: Gráfico de barras de zona de pesca vs. Grado de deterioro para % EPA.

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

Los resultados de las medias presentados en el Gráfico 8, indican un mayor contenido de EPA para la anchoveta proveniente de la zona de captura de Chimbote, en los grados de deterioro **X1**, **X3** y **X4** (<25,30-35 y >35 mg N/100gr de pescado), encontrándose concentraciones de 25.59%, 25.66%, 25.05%, respectivamente. Ordoñez y Hernández (2014) reportaron valores de 22% de EPA en la anchoveta entera cruda, resultando este valor inferior a lo obtenido en el presente estudio.

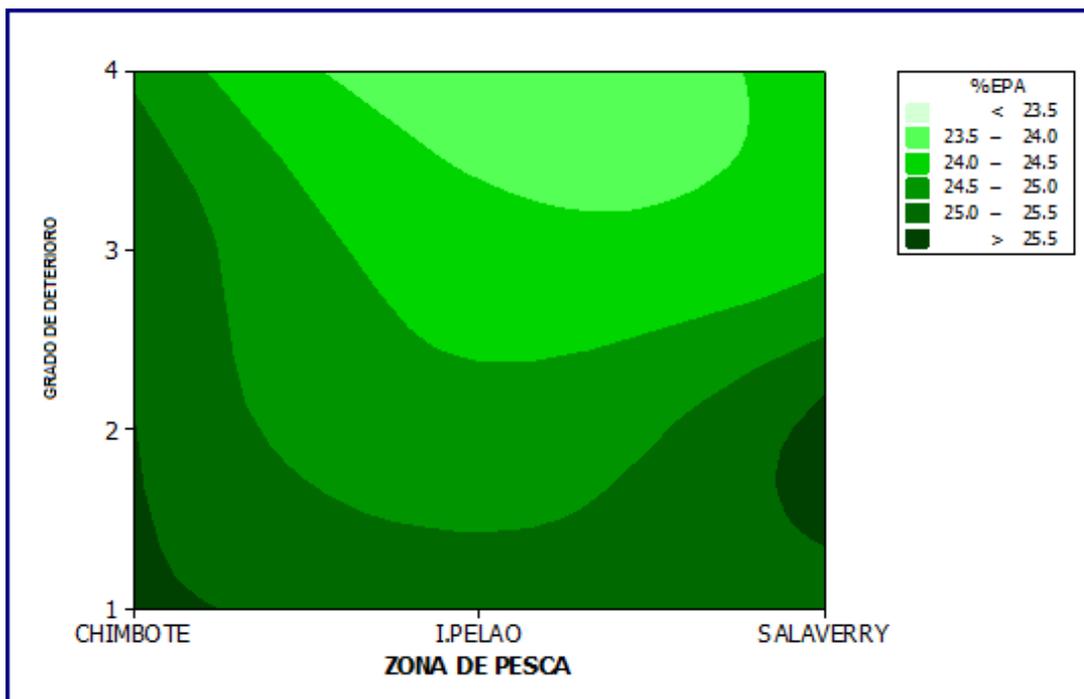


Gráfico 9: Gráfico de contorno zona de pesca vs. Grado de deterioro para % EPA.

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

En la gráfica de contorno correspondiente al Grafico 9, se observa la presencia de concentraciones más altas en %EPA para la zona de pesca de Chimbote en sus diferentes grados de deterioro. Sin embargo, los valores más bajos para este parámetro, se concentraron en la zona de pesca de Islas Pelao ($p < 0.05$) para el nivel de deterioro más avanzando.

4.4. Correlación de variables

4.4.1. Grado de deterioro (TBVN) Vs. el contenido de DHA

Variable dependiente : DHA %

Variable independiente : TBVN

Lineal : $Y = a + b \cdot X$

Tabla 11: Coeficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	13.1477	0.399789	32.8866	0.0000
Pendiente	0.0555376	0.0119656	4.64144	0.0000

Tabla 12: Análisis de Varianza

	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razon-F	Valor-P
Modelo	9.06512	1	9.06512	21.54	0.0000
Residuo	14.307	34	0.420793		
Total (Corr.)	23.3721	35			

Coeficiente de Correlación	=	0.622785
R-cuadrada	=	38.7861 %
R-cuadrado (ajustado para g.l.)	=	36.9857 %
Error estándar del est	=	0.648685
Error absoluto medio	=	0.559483
Estadístico Durbin-Watson	=	0.604303 (P=0.0000)
Autocorrelación de residuos en retraso 1	=	0.670246

Se muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre DHA % y TBVN. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{DHA \%} = 13.1477 + 0.0555376 \cdot \text{TBVN}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre DHA % y TBVN con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 38.7861% de la variabilidad en DHA %. El coeficiente de correlación es igual a 0.622785, indicando una correlación positiva media entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0.648685. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones.

El error absoluto medio (MAE) de 0.559483 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95.0%.

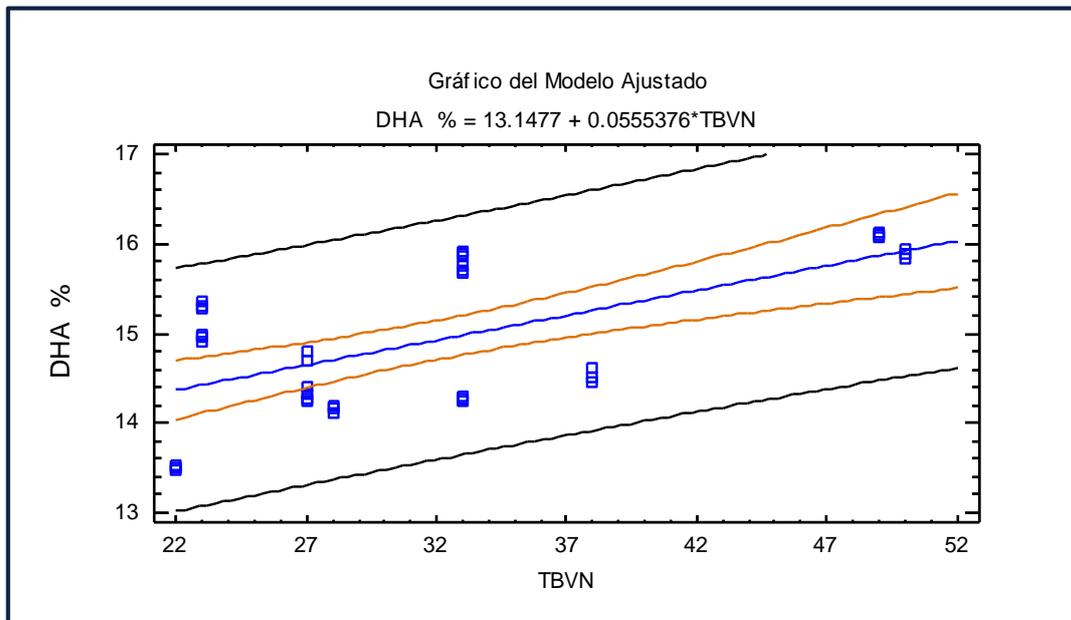


Gráfico 10: Modelo Ajustado

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

4.4.2. Grado de deterioro (TBVN) VS % EPA

Variable dependiente: EPA%

Variable independiente: TBVN

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 13: Coeficientes

Parámetro	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	26.5079	0.278135	95.3058	0.0000
Pendiente	-0.050245	0.00832451	-6.03579	0.0000

Tabla 14: Análisis De Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7.41968	1	7.41968	36.43	0.0000
Residuo	6.92462	34	0.203665		
Total (Corr.)	14.3443	35			

Coeficiente de Correlación	=	-0.719205
R-cuadrada	=	51.7256 %
R-cuadrado (ajustado para g.l.)	=	50.3058 %
Error estándar del est.	=	0.451293
Error absoluto medio	=	0.38183
Estadístico Durbin-Watson	=	0.63716 (P=0.0000)
Autocorrelación de residuos en retraso 1	=	0.675872

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre EPA% y TBVN. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{EPA\%} = 26.5079 - 0.050245 \cdot \text{TBVN}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre EPA% y TBVN con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 51.7256% de la variabilidad en EPA%. El coeficiente de correlación es igual a -0.719205, indicando una correlación negativa considerable entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0.451293. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones.

El error absoluto medio (MAE) de 0.38183 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95.0%.

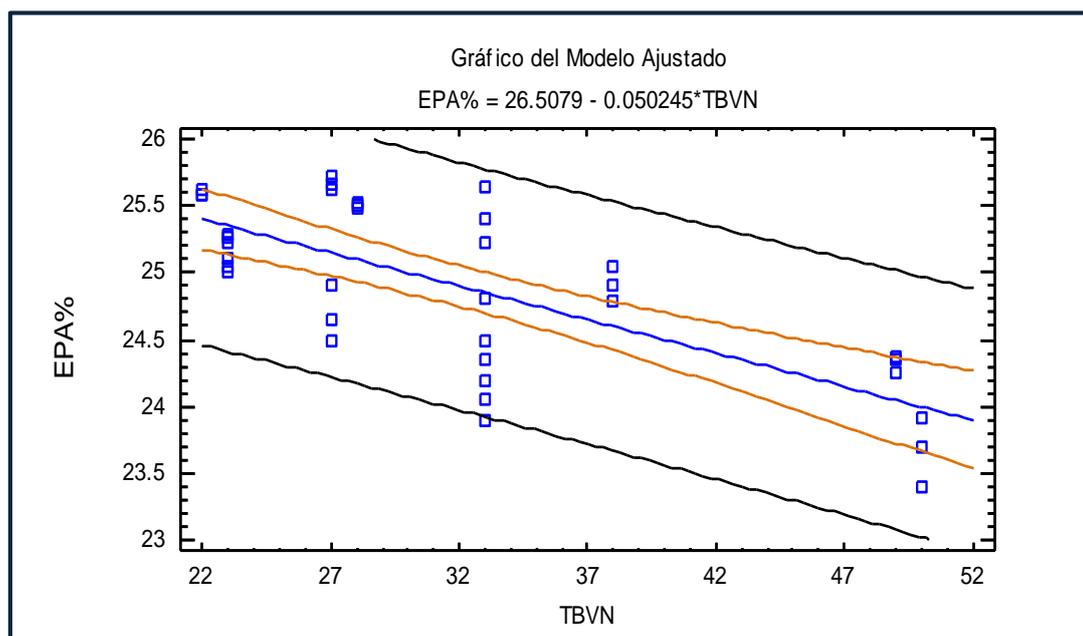


Gráfico 11: Gráfico para el Modelo Ajustado

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

4.4.3. Grado de deterioro VS % Omega 3

Variable dependiente : % OMEGA 3

Variable independiente : TBVN

Lineal : $Y = a + b \cdot X$

Tabla 15: Coeficientes

	Mínimos Cuadrados	Estándar Error	Estadístico T	Valor-P
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	39.6556	0.296671	133.669	0.0000
Pendiente	0.00529262	0.00887929	0.596063	0.5551

Tabla 16: Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0.0823267	1	0.0823267	0.36	0.5551
Residuo	7.87835	34	0.231716		
Total (Corr.)	7.96067	35			

Coeficiente de Correlación = 0.101694
 R-cuadrada = 1.03417 %
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = -1.87659 %
 Error estándar del est. = 0.481369
 Error absoluto medio = 0.38248
 Estadístico Durbin-Watson = 0.990813 (P=0.0003)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0.463051

Se muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre % OMEGA 3 y TBVN. La ecuación del modelo ajustado es

$$\% \text{ OMEGA 3} = 39.6556 + 0.00529262 \cdot \text{TBVN}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0.05, no hay una relación estadísticamente significativa entre % OMEGA 3 y TBVN con un nivel de confianza del 95.0% ó más.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 1.03417% de la variabilidad en % OMEGA 3. El coeficiente de correlación es igual a 0.101694, indicando una correlación positiva débil entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0.481369. Este valor puede usarse para construir límites de predicción para nuevas observaciones

El error absoluto medio (MAE) de 0.38248 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, hay indicación de una posible correlación serial con un nivel de confianza del 95.0.

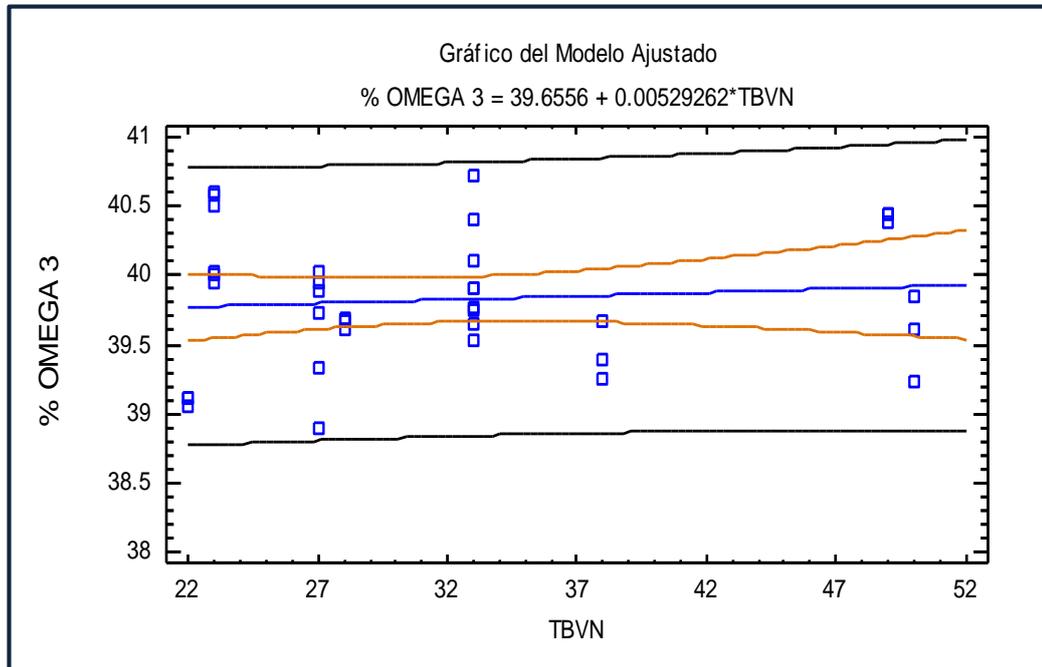


Gráfico 12: Gráfico para el modelo Ajustado.

Fuente: Paquete estadístico Statgraphics Centurión XVII.

CONCLUSIONES

5.1. Se trabajó con muestras de materia prima anchoveta provenientes de las zonas de pesca de Chimbote (**Y1**) Islas Pelao (**Y2**), y Salaverry (**Y3**) todos con diferente grado de deterioro determinando para las zonas de Chimbote (**Y1**) para grados de deterioro menores a 25 mg N / 100 gr de pescado **X1** se tomaron los siguientes: 21, 22 y 23 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado; para **X2** de 26 – 30 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 27, 28 y 29 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado, para **X3** de 31 – 35 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 32, 33 y 34 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado; para **X4** de >35 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 37, 38 y 39 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado.

Para las zonas de Islas Pelao (**Y2**) para grados de deterioro menores a 25 mg N / 100 gr de pescado **X1** se tomaron los siguientes: 22, 23 y 24 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado; para **X2** de 26 – 30 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 26, 27 y 28 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado, para **X3** de 31 – 35 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 32, 33 y 34 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado; para **X4** de >35 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 46, 50 y 54 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado.

Para las zonas de Salaverry (**Y3**) para grados de deterioro menores a 25 mg N / 100 gr de pescado **X1** se tomaron los siguientes: 22, 23 y 24 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado; para **X2** de 26 – 30 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 26, 27 y 28 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado, para **X3** de 31 – 35 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 32, 33 y 34 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado; para **X4** de >35 mg N/100 gr se tomaron los siguientes valores : 45, 49 y 53 ± 0,00 mg N/100 gr de pescado.

5.2. La determinación del perfil lipídico se realizó mediante el método de cromatografía de gases la determinación del porcentaje de omega 3 conformado por la sumatoria del porcentaje de DHA + EPA, para esto

se tiene en la zona de Chimbote se tiene concentraciones mayores de DHA de 14.53 % para grados de deterioros mayores a 35 mg de N/100 gr de pescado, así mismo se tiene bajas concentraciones de EPA para este mismo grado de deterioro, a diferencia de mayores concentraciones de EPA en el grado de deterioro menores a 25 mg N/100 gr de pescado por consiguiente esto indica que es inversamente proporcional la concentración de EPA con la concentración de DHA, sin embargo sumando ambos componentes los cuales conforman el omega 3, se tiene menor concentración de omega 3 para grados de deterioro menores a 25 mg N/100 gr de pescado, y mayor concentración de omega 3 para grados de deterioro mayores a 35 mg N/100 gr de pescado.

Para la zona de pesca de Islas Pelao se tiene concentraciones bajas de DHA 15.31 % para grados de deterioro menores a 25 mg N/100 gr de pescado para este mismo grado de deterioro se tiene las concentraciones más altas de EPA con un 25.26 %, así mismo el valor más alto de DHA 15.89 % corresponde al grado de deterioro más alto mayores a 35 mg N/100 gr de pescado en cambio este grado de deterioro corresponde a las concentraciones más bajas de EPA con 23.67 %, unificando ambos componentes se tiene que para grados de deterioro menores se tiene mayor porcentaje de omega 34.57 % en comparación de grado de deterioro altos menor concentración de omega 3 con 39.56 %.

Para la zona de pesca de Salaverry se tiene el mismo patrón en la concentración de DHA y EPA con 14.94 % y 25.05 respectivamente para grados de deterioro menores a 25 mg N/100 gr de pescado, así mismo concentraciones de DHA y EPA 16.1% y 24.32 % respectivamente para grados de deterioro mayores a 35 mg N/100 gr de pescado, para esta zona de pesca se tiene una variación de 0.41 % de omega 3 entre el grado de deterioro más bajo con el más alto obteniéndose mayores concentraciones de omegas para grados de deterioro mayores.

5.3. Para la interacción entre la variable de grado de deterioro vs el contenido de DHA se obtuvo un coeficiente de correlación de +0.622 entre DHA % y TBVN con un nivel de confianza del 95.0%. Indicando una correlación positiva media entre las variables, como se aprecia en el desarrollo del experimento se aprecia que mientras aumenta el grado de deterioro aumenta también el porcentaje de DHA.

Para la interacción de la variable de grado de deterioro vs el contenido de EPA se tiene un coeficiente de correlación negativo de -0.719, entre EPA% y TBVN con un nivel de confianza del 95.0%. Indicando una correlación negativa considerable entre las variables, se observa que mientras más aumenta el grado de deterioro va disminuyendo la concentración de EPA.

Para la interacción del grado de deterioro TBVN con el contenido de omega 3 se tiene un coeficiente de correlación es igual a 0.102, no hay una relación estadísticamente significativa entre % OMEGA 3 y TBVN con un nivel de confianza del 95.0% indicando una correlación positiva débil entre las variables.

RECOMENDACIONES

- 6.1. Se recomienda realizar un estudio similar para la zona sur del litoral peruano debido a las diferencias en las condiciones climáticas y disposición de Fito y zooplancton lo cual hace variar el contenido de grasa y por tanto el de omega 3.
- 6.2. se recomienda realizar este estudio tomando en cuenta las diferentes estaciones del año principalmente las épocas de desove debido a que en estas etapa se tiene alta actividad metabólica influyendo en la concentración de ácidos grasos en la anchoveta.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo. Uso mundial de aceite de pescado y sus aplicaciones. Editorial Chile Pesquero, Mayo 2002.
- Antti Aro , Satu Männistö , Irma Salminen , Marja-Leena Ovaskainen , Vesa Kataja & Matti Uusitupa (2000) Inverse Association Between Dietary and Serum Conjugated Linoleic Acid and Risk of Breast Cancer in Postmenopausal Women, Pages 151-157.
- Araújo, J. (2004). Química de alimentos: teoría e práctica. In Química de alimentos: teoría e práctica. UFV.
- Arterburn LM, Hall EB, Oken H.(2006) Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr* 2006;83:S1467–76S
- A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST). 1984. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemist. 14 th Ed. Editorial Board. U.S.A.
- Aubourg S, Medina I, Pérez-Martín R. (1996). **Polyunsaturated fatty acids in tuna phospholipids: distribution in the sn-2 location and changes during cooking.** *J. Agric. Food. Chem.* V.44, pp. 585-589.
- BCR (2012). **Exportaciones de aceite de pescado (precio-
US\$/TM).** *Boletín semanal. Estadísticas*
- Belitz G. (1997). **Química de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.1087.
- Bimbo P. (1990). **Production of fish oil.** *Fish oil nutrition*, c.6, pp. 181-225.
- Bimbo P. & Crowther J. (1992). **Fish meal and oil: current uses.** *JAOCs*, v. 69, n.3, pp. 221-227.
- Brenner RR, Peluffo RO. (1969). **Regulation of unsaturated fatty acid biosynthesis.** *Biochim Biophys*; v.176, pp. 471-9.
- Botta J. (1995). **Chemical methods of evaluating freshness quality.** *Evaluation of seafood freshness quality.* New York: VCH, pp.9-33.
- Castell C, Neal W. & Dale J. (1973). **Comparison of changes in trimethylamine, dimethylamine and extractable protein in iced and frozen gadoid fillets.** *Ibidem* , v.30, pp. 1246-1248.

- Cobb B, Vanderzant C. (1975). **Development of a chemical test for shrimp quality.** *Journal of Food Science*, v.40, n1, pp.121-124.
- Cmolik J, Pokorny J. (2000). **Physical refining of edible oils.** *Eur J Lipid Scien Technol*, v.102, pp. 472-85.
- Conchillo A, Valencia I, Puente A, Ansorena D. e Astiarán I. (2006). **Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga.** *Nutrición Hospitalaria: Alimentos funcionales*, v.21, pp. 369-373.
- Contreras G. (1994). **Bioquímica de pescados é derivados.** *Jaboticabal: Fundacao de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinaria é Zootecnia (FUNEP).*
- Contreras G. (2002). **Bioquímica de pescados e invertebrados.** Santiago de Chile: Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos. P.309.
- Coultate T. (1998). **Manual de química y bioquímica de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 366.
- Cunane S. (1999). **Modeling human infant requirements for long-chain polyunsaturated fatty acids.** *Brit J Nutr.*, v.82, pp. 163-4.
- Dawson-Saunders B, Trapp R. (1996). **Bioestadística Médica.** 2ª ed. México: Editorial el Manual Moderno.
- Dyer W. (1952). **Amines in fish muscle. VI. Trimethylamine oxide content of fish and marine invertebrates.** *Ibidem*, v.8, pp. 314-324.
- Edmond J, Higa TA, Korsak RA et al. (1996). **The source of fatty acids in developing brain.** *J Neurochem*, v. 66 (suppl 1): S94B.
- Ehira S, Uchiyama H. (1987). **Determination of freshness using the k value and comments on some other biochemical changes in relation to freshness.** *Seafood Quality Determination. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.* pp. 185-207.
- Erickson C (2008). **Lipid oxidation of muscle foods in: food lipid,** Akon C, Min D, ed. Marcel Dekker, pp. 321-363.
- FAO (1986). **The production of fish meal and oil fisheries.** *Technical paper 142. Review 1.*
- FAO (1998). **“El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad”.** *FAO, Documento técnico de pesca* p. 348.

- Farber L. (1965). **Freshness tests. Fish as food.** New York: Academic Press,v.4,pp.65-126.
- Fitzgibbon, D. (1969). **Historical statistics-fish meal, oil and solubles.U.S.** *Fish wildlife Service, Bureau of commercial Fisheries Current Fisheries Statistics*, n. 5105, p. 30.
- Flick, U. F., Muñoz, L., Muñoz, E. M. M. L., de Kohan, C., de Kohan, N. C., ORTEGA GONZALEZ, J., ... & Espinosa, D. M. G. (2012). Introducción a la investigación cualitativa (No. 303.442). Córdoba (Argentina: Provincia). Hospital Neuropsiquiátrico Provincial.
- Gil A. (2010). **Tratado De Nutrición. Composición y calidad nutritiva de los alimentos.** Segunda edición.
- Gillespie, N.C. and I.C. MacRae (1975). **The bacterial flora of some Queensland fish and its ability to cause spoilage. J. Appl. Bacteriol.** 39, 91-100.
- Gram L. & Huss H. (1996). **Microbiological spoilage of fish and fish products.** *International Journal of Food Microbiology*, v.33, pp.121-137.
- Grimaldi R, Tiekó R, Gauraldo L, Cavaletti R. (1998). **Characterization of hydrogenated fats for margarine manufacturing purposes.** *Grasas Aceites*, v. 49, pp. 1-8.
- Halász , Ágnes Baráth , Livia Simon-Sarkadi , Wilhelm Holzapfel (1994), "Biogenic amines and their production by microorganisms in food". Central Food Research Institute, Herman Otto at 15 H-1536 Budapest, Hungary.
- Hebard, ce.» Fi.iCK, G.J. & Martin, R.E. Occurrence and significance of trimethyl- 1982 mine oxide and ts dcrivatives in fish and shellfish. En: Chemistry and biochemistry of marine food products, p. 149-304, éd. R.E. Martin étal. Westporl, Conriecticut, Avl Publishing Co.
- Huss H. (1988). **El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad.** *Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad.*
- IMARPE (2010), **Instituto de investigaciones del mar del Perú.**

- Ibañez M. (1998). **Obtención de ácido eicosapentaenoico (20:5 n3) a partir de la microalga PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM.** Facultad de Ciencias experimentales. Universidad de Almería.
- Kirk R, Sawyer R; Egan, H. (1996). **Composición y análisis de alimentos.** Segunda edición; *Compañía editorial continental SA* de CV, México.
- Koolman J, Röhm K. Bioquímica. Texto y atlas. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004.
- Konosu, s. & Yamaciuc'HI, K. The flavor components in fish and shellfish. En: *Chemis-1982 try and biochemistry of marine food products* , p. 367-404, ed. R.E. Martin et al. Westport, Connecticut, AVI Publishing Co.
- Kuaye A. (1982). **Comparação dos metodos para determinação das bases nitrogenadas volateis em pescado: parâmetros críticos e modificações.** Campinas, Unicamp. P.95.
- Lapa-Guimares J, Felicio P, Contreras E. (2005). **Chemical and microbial analyses of squid muscle (Loligo plei) during storage in ice.** *Food Chemistry*,v.91,n.3,pp.471-483.
- Lee J, O'Keefe J, Lavie C, Marchioli R, Harris W. (2008). **Omega-3 fatty acids for cardioprotection.** *Mayo Clin Proc*, v. 83, pp. 324-32.
- Lenny R. Ordoñez, Eloisa M. Hernández (2014). **Effect of the preparation of canned "crumbled anchovy" (Engraulis Ringens) on polyunsaturated omega 3 fatty acids.** *Ciencia e Investigación*, v. 17, pp. 27-32.
- Liston J. (1980). **Microbiology in fishery sciences.** *Advances in fishery science and technology.* Surrey: Fishing News Books. pp. 138-157.
- Liston J. (1982). **Recent advances in the chemistry of iced fish spoilage.** In: Martin R.E.(Ed). *Chemistry and biochemistry of marine food products.* Wesport, Conn, USA. pp.27-37.
- Machare J, Sebrier M, Huaman D & Mercier L. (1986). **Tectónica cenozoica de la margen continental peruana.** *Bol. Soc. Geol. Del Perú*, v. 76, pp. 45-77.

- Madsen L, Rustan AC, Vaagenes H et al. (1999). **Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference.** *Lipids*; v.34, pp. 951-63.
- Masson L. y Mella M. (1985). **Materia grasa de consumo habitual y potencial en Chile: composición de los ácidos grasos.** Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p.31.
- Molteno C., Contreras-Guzman E., Reposi J, Aliaga H. (1968). **Composición química del destilado de agua y su utilización en calderas.** Santiago de Chile. *Instituto de Fomento Pesquero*, n, 18,
- Nielsen S. (1998). **Food Analysis.** Second Edition; An Aspen
- Pedrosa-Menabrito A, Regenstein J. (1988). **Shelf-life extension of fresh fish.** A review. Spoilage of fish. *Journal of Food Quality*,v.2,n.2,pp.117-127.
- Potter N. y Hotchkiss J. (1999). **Ciencia de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.667.
- Petersen, D.W., Kleinow, K.M., Kraska, R.C., & Lech, J.J. (1985). Uptake, disposition, and elimination of acrylamide in rainbow trout. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 80(1), 58-65.
- Refsgaard H, Brockhoff P, Jensen B. (2000). **Free polyunsaturated fatty acids cause taste deterioration of salmon during frozen storage.** *J. Agric. Food Chemical*, v.48, pp.3280-3285.
- Restrepo L., Gonzales J. (2005). **De Pearson a Spearman.** Revista colombiana de ciencias pecuarias. Universidad de Antioquia.
- Revista Pesca Perú, (2012).
- Reay, G. A., & Shewan, J. M. (1949). The spoilage of fish and its preservation by chilling. *Advances in Food Research*, 2, 343-398.
- Ringo E, Stenberg E, Strom A. (1984). **Aminoacid and lactate catabolism in trimethylamine oxide respiration of *Alteromonas putrefaciens*.** *Applied Environmental Microbiology*, v. 47. n.5, pp.1804-1809.
- Rodriguez-Saona, L.E., Barrett, D.M., & Selivonchick, D.P. (1995). Peroxidase and lipoxygenase influence on stability of polyunsaturated

- fatty acids in sweet corn (*Zea mays* L.) during frozen storage. *Journal of Food Science*, 60, 1041-44.
- Rose, G.A., Leggett, W.C., 1991. Effects of biomass-range interactions on catchability of migratory demersal fish by mobile fisheries: an example of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48, 843–848.
 - Ruz M., Araya H., Atala E. y Soto D. (1996). **Nutrición y salud**. Departamento de nutrición, facultad de medicina, universidad de chile. Santiago, Chile. p.454.
 - Sanhueza J, Nieto S, Valenzuela A. (2004). **Ácido Docosa-Hexaenoico (DHA), desarrollo cerebral, memoria y aprendizaje**. *Revista Chilena de Nutrición*, v. 31, pp. 84-92.
 - Schweigger E. (1964). **El Litoral Peruano**. *Universidad Nacional Federico Villarreal*. Lima.
 - Sears, S. F., & Conti, J. B. (2002). Quality of life and psychological functioning of ICD patients. *Heart*, 87(5), 488-493.
 - Shepherd J. (2008). **International fishmeal and fish oil organization**. *Annual Inform*, pp. 12-23.
 - Shewan J. (1962). **The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes**. In: Howthorn J. & Muil J.. *Recent Advances in Food Science*.
 - Sikorski Z., Kolakowska A., Burt J. (1994). **Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura**. *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición y conservación*. Zaragoza: Acribia. Cap.4, pp.73-101.
 - Simopoulos A. (1998). **Overview of evolutionary aspects of omega-3 fatty acids in the diet**. *World Rev Nutr Diet*; v.83, pp.1-11.
 - Smith T. (1980). **Amines in food**. *Food Chemistry*, v.6,n.3,pp.169-200.
 - Sprecher H, Luthria DL, Mohamed BS, Baykousheva SP. (1995). **Reevaluation of the pathways for the biosynthesis of polyunsaturated fatty acids**. *J Lipid Res*; v.36, pp. 2471-7.
 - Soudan, F., Anquez, M., & Benezit, A. (1965). La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques. J.-B. Baillièere et fils.

- Suyama, m. et al. Quality of wild and cultured ayu. 1. Btdl. Jap. Soc. Sci. Fish..1977 43(5):535-40.
- Stansby, M. E., & Lemon, J. M. (1937). Quantitative determination of oil in fish flesh. *Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition*, 9(7), 341-343.
- Storm, R. (1979). *mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle*. VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- Tokunaga, t. Trimcthylamine oxide and its décomposition in the bloody muscle of 1970 fish. 1. TMAO, TMA, and DMA contents in ordinary and bloody muscles. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fw/i.*, 36(5):502-9.
- Uauy B, Valenzuela A. (1992). **Marine oils as a source of Omega-3 fatty acids in the diet: how to optimise the health benefits**. *Prog. Food Nutr.*, v.16, pp. 199-243.
- Uauy R, Valenzuela A. (2000). **Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids**. *Nutrition*, v. 16, pp. 680 - 9.
- Valenzuela A. (1999). **El ácido docosahexaenoico (DHA) su esencialidad y requerimientos**. *Revista Chilena de nutrición* 26(3), pp. 279-287.
- Valenzuela A, Morgado N. (1999). **Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry**. *Biol Res*, v. 32, pp. 273-87.
- Valenzuela A, Uauy R. (1999). **Consumption pattern of dietary fats in Chile. n-6 and n-3 Fatty acids**. *Int J Food Sci Nutr*, v.50, pp. 127-33.
- Valenzuela A, Sanhueza J, Nieto S. (2006). **Docosahexaenoic acid (DHA), Essentiality and requirements: why and how to provide supplementation**. *Grasas Aceites*, v. 57, pp. 229-37.
- Windsor M. y Barlow (1984). **Introducción a los subproductos de Pesquería**. Ed. Acribia, pp. 5- 97.
- Zaitzev V, Kizevetter L, Lagunov L, Makarova T, Minder L, Podsevalov V. (1969). **Characteristics of irish as a raw material for industry**. *In: Zaitsev V. Fish curing and processing*. Mocom.
- Ziller S. (1996). **Grasas y aceites alimentarios**. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.71.

ANEXOS

ANEXO 01: MATERIA PRIMA UTILIZADA

MATERIA PRIMA PARA LA ZONA DE PESCA DE CHIMBOTE.

NOMBRE DE LA EMBARCACION	MATRICULA	PESCA DECLARADA (TM)	FECHA
DON GERARDO	CO-17360-PM	250	22/06/2014
RIMAC	CE-1149-CM	75	22/06/2014
DON FRANCISCO	CO-4901-PM	180	22/06/2014

MATERIA PRIMA PARA LA ZONA DE PESCA DE ISLAS PELAO

NOMBRE DE LA EMBARCACION	MATRICULA	PESCA DECLARADA (TM)	FECHA
TASA 54	CO-13008-PM	200	15/05/2014
TASA 44	CO-22058-PM	400	15/05/2014
TASA 57	CO-17359-PM	270	15/05/2014
TASA 415	HO-10851-PM	370	15/05/2014

MATERIA PRIMA PARA LA ZONA DE PESCA DE SALAVERRY

NOMBRE DE LA EMBARCAION	MATRICULA	PESCA DECLARADA (TM)	FECHA
TASA 59	CO-17361-PM	270	17/06/2015
TASA 45	CO-22029-PM	220	17/06/2015
TASA 57	CO-17359-PM	490	17/06/2015

ANEXO 02: ANALISIS FISICO QUIMICO A LA MATERIA PRIMA *engraulis ringens*

DETERMINACION DE HUMEDAD

Se determinó según el método AOAC 934.06 (37.1.10):1985. Determinación de humedad.

PRINCIPIO DEL METODO

Este método nos permite determinar el contenido de humedad, que es la pérdida en masa del producto bajo determinadas condiciones de secado.

CONSIDERACIONES:

Las muestras para la determinación de humedad, deben colocarse en recipientes herméticos limpios y secos (vidrio o metal) inmediatamente después de la toma de la muestra y deben llenarse completamente para evitar que se formen espacios de aire, el contenido de humedad de las muestras puede variar durante su preparación en el laboratorio, por lo tanto la determinación debe ser lo más rápida posible.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Balanza analítica con sensibilidad 0,1 mg.
- Placas de vidrio, de aproximadamente 50 mm de diámetro y 30 mm de altura y/o cápsulas de acero inoxidable de 80 mm.
- Estufa eléctrica de secado rápido, con circulación de aire control térmico automático capaz de mantener la temperatura a 130°C +/- 1°C, y estar distribuida uniformemente.
- Desecador de vidrio con silica gel u otro deshidratante.
- Pinza de metal.
- Guantes de hilo para material caliente.

PROCEDIMIENTO

- Pesar aproximadamente 5.0000 y/o 3.0000 g. de muestra homogenizada, distribuida en una placa de vidrio y/o cápsulas de acero limpio, seco y tarado.
- Colocar las Placas conteniendo la muestra en la estufa, previamente calentada a 130°C por espacio de dos horas.
- Después de transcurrida las dos horas, se retiran las placas de la estufa, con ayuda de unos guantes de hilo para material caliente y se colocan en el desecador hasta que hayan alcanzado la temperatura ambiente
- Pesar exactamente con la precisión de 1 mg

CALCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

$$\%H = \frac{m - m1}{m} * 100$$

Donde:

H = Humedad en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra inicial

m1 = masa de la muestra seca.

PRECISION DE LA PRUEBA.

Las muestras deben trabajarse por duplicado y la diferencia entre las determinaciones llevadas a cabo por el mismo analista no debe ser mayor de 0.2 del valor absoluto.

DETERMINACION DE PROTEINAS

PRINCIPIO DEL METODO

Se basa en la conversión del Nitrógeno Orgánico en Nitrógeno Inorgánico, (digestión de acuerdo al método Kjeldahl).

El sulfato de amonio formado se diluye y se alcaliniza con hidróxido de sodio, el amonio liberado es destilado recibiendo en un volumen conocido de una solución valorada de ácido sulfúrico y determinándose la cantidad de amonio titulando el ácido remanente con una solución básica valorada.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balones Kjeldahl de una capacidad de 800 ml.
- Calefactor eléctrico, con regulador de temperatura, con un sistema de extracción de los gases a generarse durante la digestión.
- Destilador Kjeldahl. Consiste en una trampa de bulbo, conectada a un refrigerante, cuyo extremo inferior debe estar apenas sumergido en la solución absorbente contenida en un erlenmeyer, la conexión entre la trampa de bulbo y el condensador debe hacerse con un ángulo tal, que no permita que las gotas retenidas pasen al refrigerante.
- Balanza Analítica, con sensibilidad de 0,1 mg.
- Matraz erlenmeyer de una capacidad de 500 ml.
- Dispensador automático para ácidos inorgánicos fuertes.
- Bureta Digital de 50 ml.

REACTIVOS

- Acido sulfúrico concentrado P.A. ($d = 1,84 \text{ g/ml}$).
- Solución valorada de ácido sulfúrico 0.1 N
- Solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N
- Solución de hidróxido de sodio al 50% (m/v).
- Sulfato de cobre anhidro (CuSO_4) P.A.
- Sulfato de Potasio Anhidro (K_2SO_4) P.A.
- Indicador Rojo de Metilo al 1%
- Triptófano P.A. / Acetanilida P.A.

- Sacarosa, libre de nitrógeno.
- Perlas de vidrio de diámetro = 3 mm.

PROCEDIMIENTO

DIGESTION DE LA MATERIA ORGANICA

- Pesar aproximadamente 1,0000 g. de muestra homogenizada y colocar dentro del balón Kjeldahl.
- Agregar 15 g. de sulfato de potasio anhidro y 0,04 g. de sulfato de cobre anhidro.
- Utilizando careta facial y guantes de Nitrilo, agregar 25 ml de ácido sulfúrico concentrado, agitar cuidadosamente la mezcla con movimiento circular.
- Calentar inicialmente el balón en forma moderada, evitando la deshidratación, el chamuscado y la formación de espuma que deben prevenirse volteando el balón constantemente. Luego se incrementa el calor hasta que el líquido hierva uniformemente.
- Se debe tener precaución de que no queden adheridas sustancias orgánicas en las paredes del balón. Para prevenir la descomposición de las sustancias orgánicas en las paredes y ocurran pérdidas de nitrógeno, éstas no deben sobrecalentarse.
- Una vez que el líquido se haya aclarado, se continúa el hervor por espacio de una hora y media.

DESTILACION DEL AMONIACO

- Después de enfriar se diluye el líquido, agregando cuidadosamente 350 ml. de agua destilada. El sulfato debe disolverse totalmente y la solución ácida debe ser bien enfriada.
- Agrega algunas perlas de vidrio, inclinar el balón Kjeldahl suavemente y haciendo uso de unos guantes de látex, careta facial agregar lo más rápido posible 60 ml de hidróxido de sodio al 50% procurando evitar que se mezcle, con esto se consigue volver el contenido fuertemente alcalino.

- Inmediatamente después de agregar la solución de hidróxido de sodio se conecta el bulbo del refrigerante al balón Kjeldahl y el otro extremo del refrigerante o su prolongación debe estar sumergido en 100 ml. de H₂SO₄ 0.1 N, contenidos en el matraz erlenmeyer, agitar suavemente el balón para mezclar perfectamente el contenido y se calienta hasta que todo el amoníaco haya destilado, hasta un volumen aproximado de 300 ml. (volumen total).
- Retirar el Erlenmeyer colector y lavar el extremo de la alargadera interior y exteriormente con agua destilada, incorporando dicho líquido al Erlenmeyer.
- Agregar gotas de indicador rojo de Metilo al 1% y Titular con solución valorada de Hidróxido de sodio al 0.1 N, agitando continuamente la solución. Se considera que se ha alcanzado el punto final cuando la solución vira a un color amarillo.
- • Una vez culminada la titulación se procede a retirara el balón del equipo, utilizando guantes resistentes a l calor y el liquido sobrante del balón es desechado en un recipiente de residuos peligroso.

PRUEBA EN BLANCO.

Para probar la pureza de los reactivos se debe correr un blanco (digestión, destilación) añadiendo 2 g. de sacarosa libre de nitrógeno.

PRUEBA DE CONTROL

Para comprobar todo el procedimiento incluyendo la digestión, se realiza la prueba de control determinando el contenido de nitrógeno de un componente conocido, como el triptófano más 1 g. de sacarosa.

CALCULO DEL CONTENIDO DE PROTEINA

$$\%P = \frac{Vb * N * F * 0.014 * 6.25}{Wm} * 100$$

Donde:

P = Contenido de proteína de la harina de pescado en porcentaje de Masa

Wm = Peso de la muestra de la harina de pescado en g.

Vb = Volumen en ml. de la solución de NaOH, requerida para Valoración del blanco

Vg = Volumen en ml. de la solución de NaOH utilizada en la Valoración.

N = Normalidad de la solución de NaOH utilizada en la valoración.

F = Factor de corrección de la Normalidad.

0.14= Factor de Nitrógeno correspondiente a la solución 0.1N.

6.25= Factor de conversión de Nitrógeno a proteína animal.

PRECISION

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones llevadas a cabo por el mismo analista en forma simultánea no deberá exceder al 0.4 del valor absoluto.

DETERMINACION DE GRASAS.

PRINCIPIO DEL METODO

La grasa integrante de la muestra de pescado, se extrae con un solvente como, el hexano y/o éter de petróleo, el extracto obtenido se pesa después de evaporar el solvente.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Equipo de extracción tipo Soxhlet (Soxtherm Gerhardt)
- Dedal de extracción libre de aceite y grasas.
- Balanza analítica con sensibilidad 0.1 mg.
- Estufa con regulador de temperatura automático.
- Desecador de vidrio con silica gel u otro deshidratante
- Pinza de metal.
- Vaso Gerhardt para grasa.

REACTIVOS

- Hexano bidestilado P.A.

PROCEDIMIENTO

- Pesar aproximadamente 5,000 g de muestra Homogenizada, se realiza un secado de 130 °C por 45 min para extraer los restos de humedad
- En un papel filtro, envolver cuidadosamente evitando que no se pierda parte de la muestra hasta formar un cartucho, colocarlo dentro del dedal de extracción.
- El dedal de extracción va sujetado por una canastilla dentro del vaso Gerhardt ó cámara de extracción Soxhlet, previamente seco y tarado.
- Haciendo uso de guantes de látex y respirador de gases, adicionamos al vaso Gerhardt 120 ml de hexano bidestilado, se procede a la extracción por un tiempo de 1.5 horas de acuerdo a la programación del equipo (automático).



- El vaso conteniendo el extracto, se coloca en la estufa a 105°C durante 45 minutos, hasta que se termine de evaporar todo el hexano que haya quedado.
- Con ayuda de una pinza y/o guantes de hilo, retirar los vasos de la estufa y colocar en el desecador hasta que hayan alcanzado temperatura ambiente.
- Pesar exactamente con la precisión de 1 mg.

CALCULO PARA LA DETERMINACION DE GRASAS

$$\%G = \frac{P2 - P1}{Pm} * 100$$

Donde:

G = Contenido de grasa en porcentaje de masa.

Pm = Peso de la muestra en g.

P1 = Peso del vaso vacío en g.

P2 = Peso del vaso más residuo seco en g.

DETERMINACION DE CENIZAS

PRINCIPIO DEL METODO

El método se basa en la calcinación de la harina de pescado a 550 °C - 600 °C, obteniéndose el contenido de materia inorgánica presente en esta.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Balanza Analítica con sensibilidad 0.1 mg.
- Crisoles de porcelana HALDENWANGER 79C-1.
- Horno de mufla eléctrica a 650 °C, con termostato.
- Plancha de calentamiento eléctrico
- Desecador con silica gel u otro deshidratante.
- Pinza de metal para crisoles.

PROCEDIMIENTO

- En un crisol identificado, seco y tarado (P1) pesar aproximadamente 1,00 g. de muestra de harina con una precisión de 0,1 mg, para materia prima, keke separadora ambiental y lodo pesar 2,00 g.



- Se coloca el crisol con la muestra en una campana extractora de gases sobre una plancha de calentamiento eléctrico, quemar la muestra hasta que esté completamente carbonizada. Dejar enfriar.



- Calentar el horno mufla a una temperatura de 650 °C. Una vez carbonizada completamente la muestra, se procede a colocar los crisoles a la mufla, utilizando una pinza larga, careta facial y guantes resistentes al calor durante 4 horas. Se inspecciona visualmente si la ceniza está libre de partículas carbonosas, si no lo está, se vuelve a colocar el crisol en el horno mufla y se calienta por 1 hora adicional.



- Una vez cumplida las 4 horas, con una pinza retirar el crisol del horno mufla y colocar en el desecador, enfriar a temperatura ambiente y pesar. Anotar el peso (P2).

CALCULO DEL CONTENIDO DE CENIZAS

$$\%C = \frac{P2 - P1}{Pm} * 100$$

Donde:

C : Contenido de cenizas en porcentaje de masa

P2 : Peso del crisol más cenizas en g.

P1 : Peso del crisol vacío en g.

Pm : Peso de la muestra en g.

PRECISION

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente por el mismo analista no deberá exceder al 0,5 del valor absoluto.

DETERMINACION DEL TBVN DE LA MATERIA PRIMA

PRINCIPIO DEL METODO

Se basa en la destilación directa del Nitrógeno de las bases volátiles nitrogenadas contenidas en la muestra, desplazadas por una base más fuerte (MgO), expresada en forma de Amoniacó (NH₃).

MATERIALES Y EQUIPOS

- Balón de Kjeldahl de 800 y/o 500 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml.
- Balanza analítica de sensibilidad 0.001g y/o 0.0001g.
- Bureta graduada al 0.01 ml y/o digital de 50 ml.
- Dispensador de 50 ml.
- Equipo Kjeldahl clásico de destilación.
- Equipo destilador Behr.
- Vaselina Líquida.
- Manecillas de pesaje para muestras y óxido de magnesio.
- Espátula.
- Pipeta de 5 ml.
- Vasos plásticos.
- Pizeta.

REACTIVOS

- Agua destilada.
- Solución de Ácido Bórico al 1%.
- Óxido de Magnesio P.A.
- Solución valorada de Ácido Sulfúrico 0.1 N.
- Indicador Tashiro

PROCEDIMIENTO

- Lavar el equipo (Kjeldahl y/o Behr) con abundante agua corriente y enjuagar con agua destilada
- Enjuagar la bureta con un pequeño volumen de la solución valorada de ácido sulfúrico 0.1N y llenar con dicha solución.

PREPARACION DEL BLANCO

- Se efectúa un ensayo en blanco en paralelo a la determinación, siguiendo la misma técnica y empleando las mismas cantidades de todos los reactivos que son utilizados en el ensayo propiamente dicho, con la exclusión del producto sometido a análisis.
- En particular, es necesario efectuar la valoración del blanco paralelamente con la muestra, llegando al mismo color en el punto final.

PREPARACION DE LA MUESTRA

- Si se trata de materia prima, se toma la muestra y se licua toda. Deben obtenerse aproximadamente 50 g. de muestra, la que se mezcla lo mejor posible.

PESADO DESTILADO Y TITULACION

- Pesar aproximadamente: 5.00g de materia prima,
- Trasvasar la muestra a un balón Kjeldahl de 800 ml.
- En un Erlenmeyer de 500 ml, adicionar con la ayuda de un dispensador, 50 ml. de solución de ácido bórico al 1% y sumergir el extremo de la alargadera conectada al refrigerante, en la solución de modo que no exista fuga de vapores.
- Agrega al balón conteniendo la muestra, 2ml de Vaselina Líquida, dependiendo del estado físico de la Materia Prima.
- Luego 2.00 g. de óxido de magnesio y 300 ml de agua destilada.
- Proceder a conectar inmediatamente el bulbo al balón asegurándose de que este bien hermetizado para evitar fuga de vapor.
- Después de verificar que la válvula del refrigerante este abierta, proceder a calentar el balón y regular la temperatura de modo que la ebullición se inicie a los 10 min. (+/- 1 min.) y que ésta sea continua y no muy rápida, de manera que se recojan 150 ml. de destilado en el tiempo de destilación.

- Retirar el Erlenmeyer colector y lavar el extremo de la alargadera interior y exteriormente con agua destilada, incorporando dicho líquido al Erlenmeyer.
- Agregar 6 ó 7 gotas de indicador Mixto ó Tashiro, y Titular con solución valorada de ácido sulfúrico 0.1 N, agitando continuamente la solución.
- En las cercanías del punto final, lavar las paredes del Erlenmeyer y el pico de la bureta con chorros de agua destilada, y se continúa la valoración con la técnica de la media gota hasta alcanzar el punto final.
- Se considera que se ha alcanzado el punto final cuando el color de la solución vira de verde a azul grisáceo. Si se llega a un color rojo violeta es índice que se ha pasado del punto final.
- Una vez culminada la titulación se procede a retirar el balón del equipo, utilizando guantes resistentes a l calor, para su respectiva limpieza

CALCULO DE LOS TOTALES DE BASES VOLATILES NITROGENADAS

$$T.B.V.N \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{0.0140 * 1000 * V * N}{M} * 100$$

Donde:

0.140 = El mili equivalente del nitrógeno.

V = Volumen de la solución valorada de ácido sulfúrico
Gastado en la titulación.

N = Normalidad de la solución valorada de ácido sulfúrico.

M = Peso de la muestra en gramos.

ANEXO 03: ANALISIS DE CROMATOGRAFIA DE GASES

Se utilizó el método oficial AOAC 996.06 para determinación de ácidos grasos FAMES.



- Se pesó 0.025 g. de muestra previamente secada en la estufa Memmert a 70 °C x 3h.



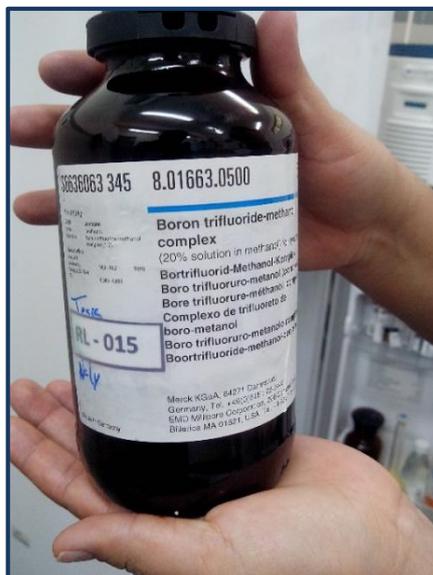
- Se añadió 1.5 ml de solución de NaOH 0.5N,



- se cubrió con una capa de N₂ y se calentó por 5 minutos a 100°C.



- Una vez enfriada se añadió 2 ml de solución de BF₃ se cubrió con una capa de N₂, se agito y calentó por 30 minutos a 100°C.

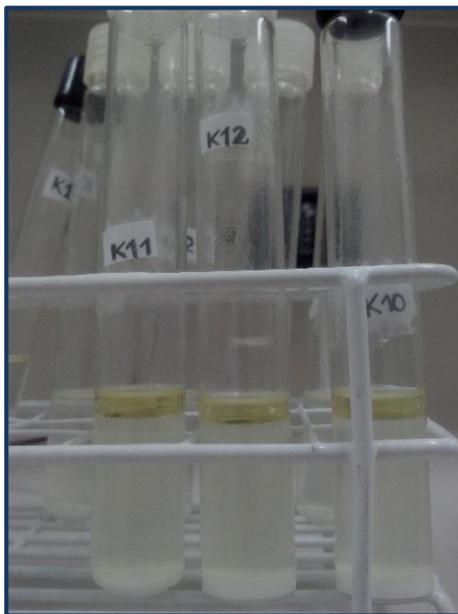


- Enfriada la muestra se añadió 1 ml de Isooctano, y se cubrió con una capa de N₂ y agitó por 30 segundos. Inmediatamente se añadió 5 ml de solución saturada de NaCl cubriendo con una capa de N₂ y agitando vigorosamente.





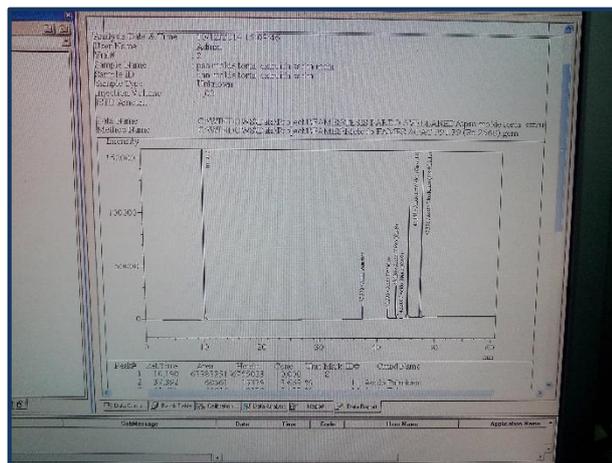
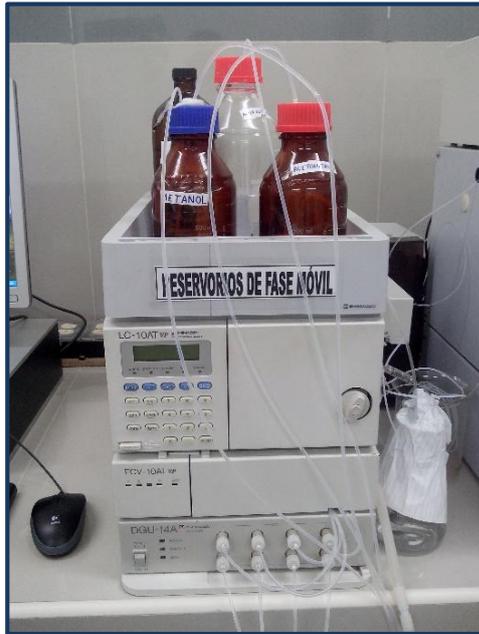
- Se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se transfirió la fase orgánica (isooctano), a un vial de 2 ml y se cubrió con una capa de N₂.



- Luego se inyecta 1 μL en el cromatografo de gases Shimadzu modelo 2010, con una columna capilar (Rt-2560, 100m de largo x 0.25 de diámetro interno y 0.2 μm de espesor).

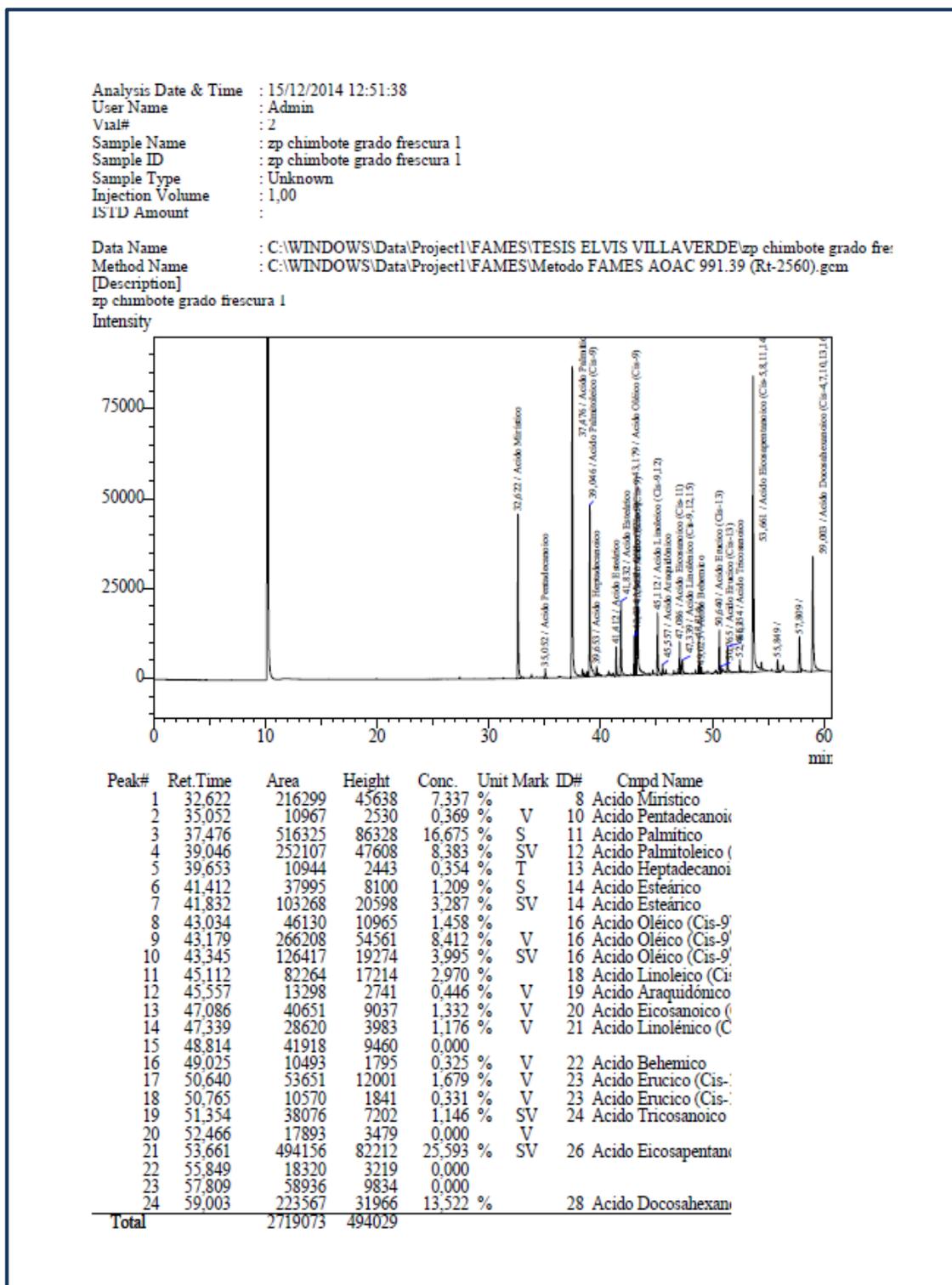


- Utilizando como gas carrier helio (He) de alta pureza 99.99%, con velocidad de arrastre de 30 mL/min. Las condiciones fueron las siguientes: temperatura de inyector 225°C, temperatura de detector (FID) 250°C, flujo de hidrogeno (H) 40 mL/min y flujo de aire sintético: 399.8 mL/min.



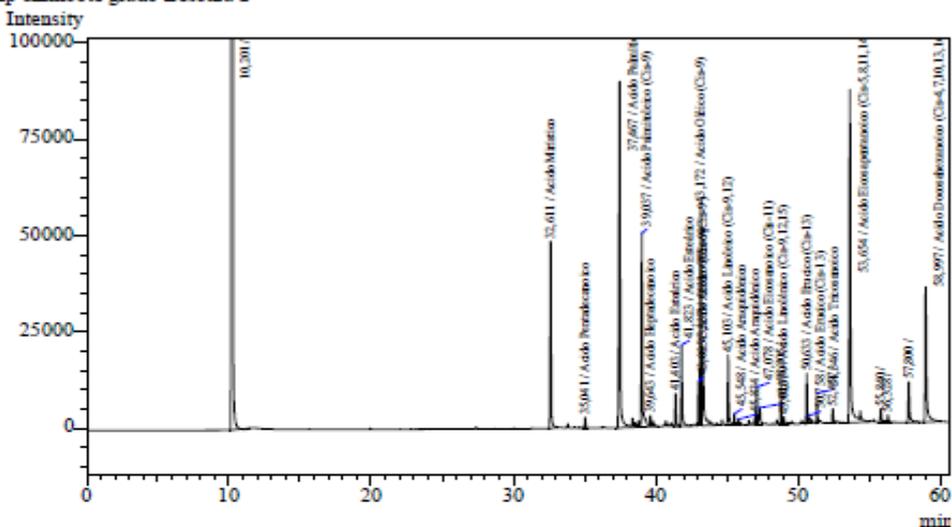
ANEXO 03: CROMATOGRAMAS

- ZONA DE PESCA CHIMBOTE.



Analysis Date & Time : 15/12/2014 14:31:10
 User Name : Admin
 Vial# : 3
 Sample Name : zp chimbote grado frescura 2
 Sample ID : zp chimbote grado frescura 2
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

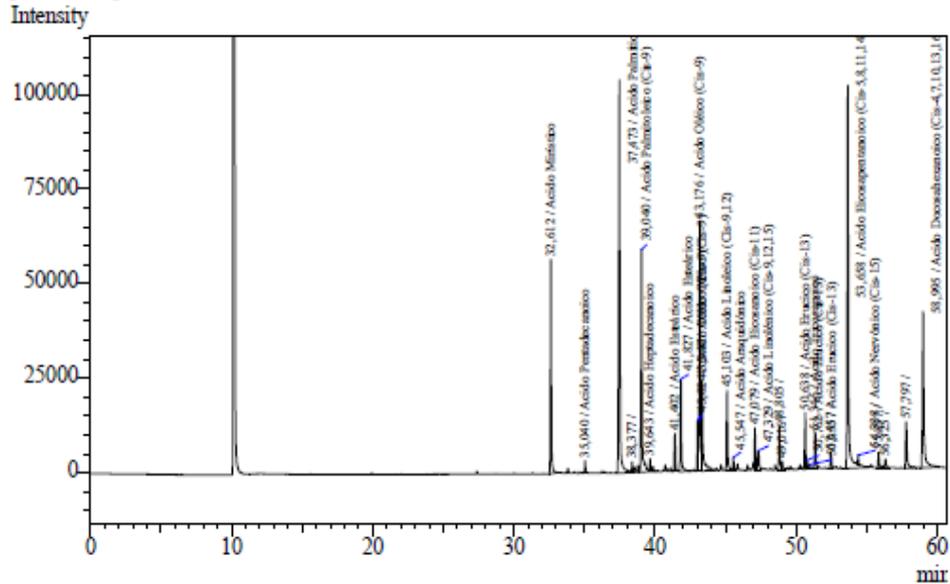
Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp chimbote grado fre:
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp chimbote grado frescura 2



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Compd Name
1	10,201	153758385	62134083	0,000		S		
2	32,611	233710	48424	7,319	%		8	Acido Mirístico
3	35,041	12888	2750	0,400	%	V	10	Acido Pentadecanoico
4	37,467	547644	89917	16,329	%	SV	11	Acido Palmítico
5	39,037	272535	50224	8,367	%	SV	12	Acido Palmítico (Cis-9)
6	39,643	11413	2568	0,341	%	T	13	Acido Heptadecanoico
7	41,403	40609	8546	1,193	%	S	14	Acido Estéarico
8	41,823	108322	21033	3,183	%	SV	14	Acido Estéarico
9	43,025	48860	11528	1,425	%		16	Acido Oléico (Cis-9)
10	43,172	283468	57178	8,270	%	V	16	Acido Oléico (Cis-9)
11	43,337	140635	20633	4,103	%	SV	16	Acido Oléico (Cis-9)
12	45,103	88193	18051	2,940	%		18	Acido Linoleico (Cis-11)
13	45,548	15053	2942	0,466	%	V	19	Acido Araquidónico
14	45,834	11124	1543	0,344	%	V	19	Acido Araquidónico
15	47,078	44428	9771	1,344	%	V	20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
16	47,330	31998	4374	1,214	%	V	21	Acido Linolénico (Cis-11)
17	48,805	46140	10205	0,000	%	V		
18	49,016	11965	1950	0,000	%	V		
19	50,633	58708	12964	1,697	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
20	50,758	11863	2061	0,343	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
21	51,346	36845	7723	1,024	%	V	24	Acido Tricosanoico
22	52,457	18886	3680	0,000	%			
23	53,654	533985	86269	25,533	%	S	26	Acido Eicosapentanoico
24	55,840	19722	3426	0,000	%			
25	56,328	10697	1811	0,000	%	V		
26	57,800	70412	10514	0,000	%	S		
27	58,997	253618	35109	14,163	%	S	28	Acido Docosahexanoico
Total		156722106	62659277					

Analysis Date & Time : 15/12/2014 15:35:51
 User Name : Admin
 Vial# : 3
 Sample Name : zp chimbote grado frescura 3
 Sample ID : zp chimbote grado frescura 3
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 IS1D Amount :

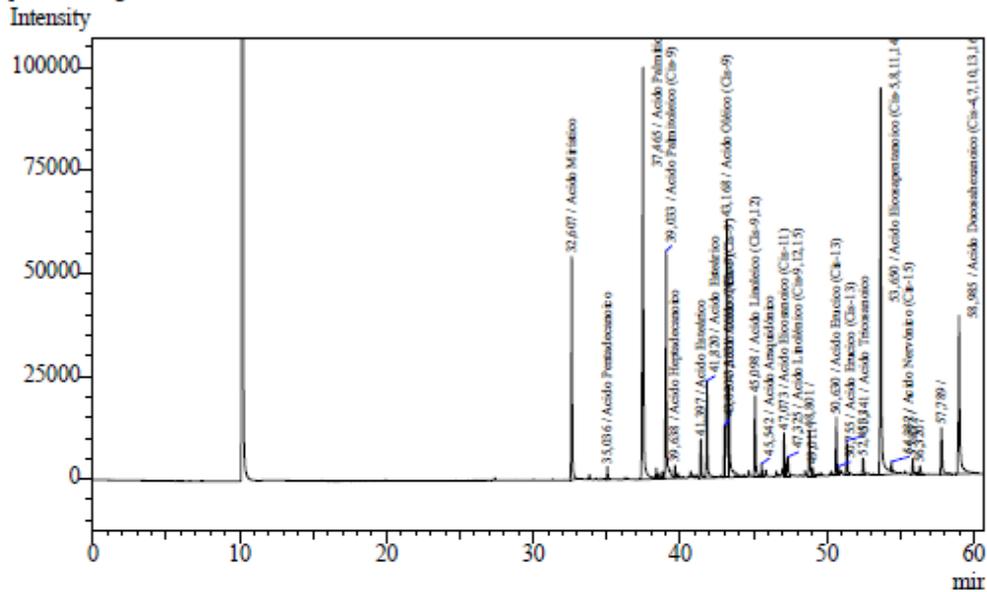
Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS EL VIS VILLAVERDE\zp chimbote grado fre:
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp chimbote grado frescura 3



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32.612	270127	56408	7.236	%		8	Acido Mirístico
2	35.040	14303	3231	0.380	%	V	10	Acido Pentadecanoico
3	37.473	642044	103701	16.375	%	S	11	Acido Palmítico
4	38.377	11114	2474	0.000		T		
5	39.040	315369	58795	8.282	%	SV	12	Acido Palmítico (Cis-9)
6	39.643	13310	3043	0.340	%	T	13	Acido Heptadecanoico
7	41.402	47329	10057	1.190	%	S	14	Acido Estearico
8	41.827	125885	24304	3.164	%	SV	14	Acido Estearico
9	43.024	56399	13403	1.407	%		16	Acido Oléico (Cis-9)
10	43.176	332269	65875	8.292	%	V	16	Acido Oléico (Cis-9)
11	43.340	155165	23832	3.872	%	SV	16	Acido Oléico (Cis-9)
12	45.103	102368	21084	2.918	%		18	Acido Linoleico (Cis-11)
13	45.547	17395	3446	0.461	%	V	19	Acido Araquidónico
14	47.079	50921	11189	1.318	%	V	20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
15	47.329	37380	5184	1.213	%	V	21	Acido Linoléico (Cis-11)
16	48.805	51532	11570	0.000		V		
17	49.016	13003	2198	0.000		V		
18	50.638	67650	14858	1.672	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
19	50.762	13845	2418	0.342	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
20	50.955	10610	1190	0.262	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
21	51.346	45416	9535	1.079	%	V	24	Acido Tricosanoico
22	52.457	21666	4243	0.000				
23	53.658	627307	100858	25.657	%	S	26	Acido Eicosapentanoico
24	54.388	10986	2463	0.275	%	T	27	Acido Nervónico (Cis-15)
25	55.837	22812	3984	0.000				
26	56.325	13251	2222	0.000		V		
27	57.797	79195	12130	0.000		SV		
28	58.995	298652	41251	14.265	%	S	28	Acido Docosahexanoico
Total		3467303	614946					

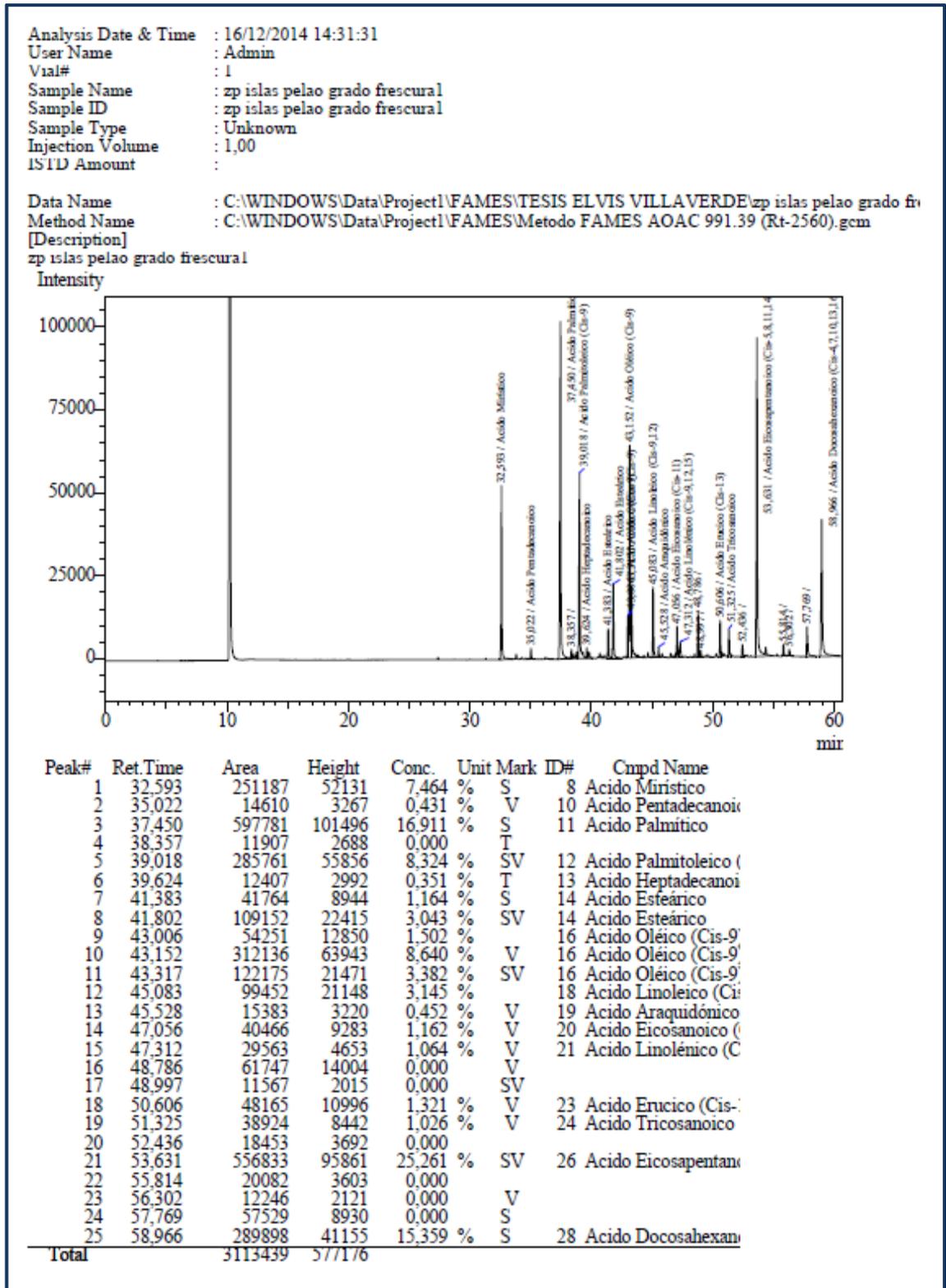
Analysis Date & Time : 15/12/2014 16:40:44
 User Name : Admin
 Vial# : 4
 Sample Name : zp chimbote grado frescura 4
 Sample ID : zp chimbote grado frescura 4
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 IS1D Amount :

Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVARDE\zp chimbote grado frescura 4
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp chimbote grado frescura 4



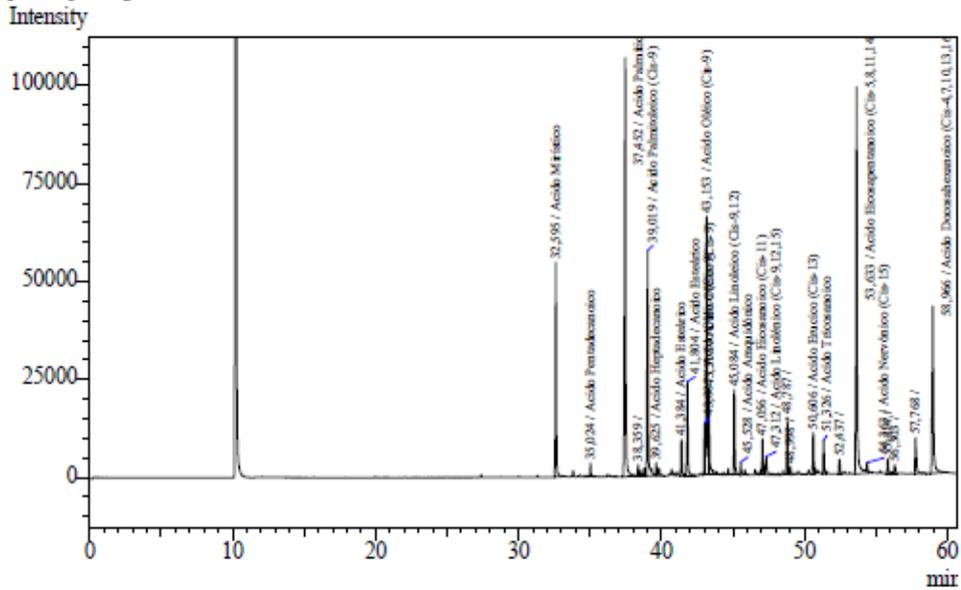
Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32.607	256633	54099	7.413	%		8	Acido Mirístico
2	35.036	13506	3047	0.387	%	V	10	Acido Pentadecanoico
3	37.465	606182	99871	16.671	%	S	11	Acido Palmítico
4	39.033	292236	55106	8.275	%	SV	12	Acido Palmítico (Cis-9)
5	39.638	12675	2870	0.349	%	T	13	Acido Heptadecanoico
6	41.397	43973	9365	1.192	%	S	14	Acido Estearico
7	41.820	118961	23476	3.224	%	SV	14	Acido Estearico
8	43.020	53392	12640	1.437	%		16	Acido Oleico (Cis-9)
9	43.168	310324	62143	8.351	%	V	16	Acido Oleico (Cis-9)
10	43.333	141573	22228	3.810	%	SV	16	Acido Oleico (Cis-9)
11	45.098	94773	19636	2.914	%		18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
12	45.542	15625	3183	0.446	%	V	19	Acido Araquidónico
13	47.073	47522	10539	1.326	%	V	20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
14	47.325	33547	4678	1.174	%	V	21	Acido Linoléico (Cis-11,13)
15	48.801	48166	10937	0.000				
16	49.011	11229	2010	0.000		SV		
17	50.630	63579	14046	1.695	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
18	50.755	12635	2211	0.337	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
19	51.341	40510	8468	1.038	%	V	24	Acido Tricosanoico
20	52.453	20553	4006	0.000				
21	53.650	568106	93829	25.055	%	SV	26	Acido Eicosapentanoico
22	54.382	10424	2328	0.281	%	T	27	Acido Nervónico (Cis-13,15)
23	55.832	20807	3667	0.000				
24	56.320	11671	1957	0.000		V		
25	57.789	73478	11314	0.000		S		
26	58.985	283944	38419	14.625	%	S	28	Acido Docosahexanoico
Total		3206024	576073					

- ZONA DE PESCA ISLAS PELAO



Analysis Date & Time : 16/12/2014 15:39:25
 User Name : Admin
 Vial# : 2
 Sample Name : zp islas pelao grado frescura2
 Sample ID : zp islas pelao grado frescura2
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 IS1D Amount :

Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS EL VIS VILLAVERDE\zp islas pelao grado fr
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp islas pelao grado frescura2

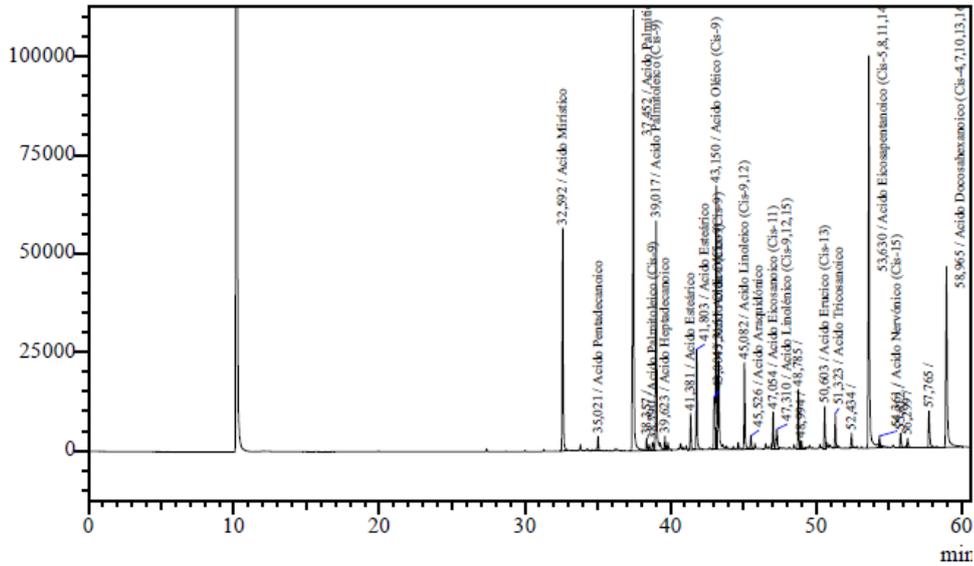


Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32.595	254202	54674	7.396	%	S	8	Acido Mirístico
2	35.024	15124	3417	0.436	%	V	10	Acido Pentadecanoico
3	37.452	625153	106750	17.318	%	S	11	Acido Palmítico
4	38.359	12245	2755	0.000		T		
5	39.019	288954	57391	8.242	%	SV	12	Acido Palmítico (Cis-9')
6	39.625	13015	3144	0.361	%	T	13	Acido Heptadecanoico
7	41.384	41721	9193	1.139	%		14	Acido Estearico
8	41.804	114416	23912	3.124	%	SV	14	Acido Estearico
9	43.007	55817	13318	1.513	%	V	16	Acido Oleico (Cis-9')
10	43.153	321303	65843	8.709	%	V	16	Acido Oleico (Cis-9')
11	43.318	132172	22081	3.583	%	SV	16	Acido Oleico (Cis-9')
12	45.084	100894	21684	3.124	%	V	18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
13	45.528	16059	3326	0.462	%	V	19	Acido Araquidónico
14	47.056	40007	9160	1.125	%	V	20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
15	47.312	34499	4747	1.216	%	SV	21	Acido Linoléico (Cis-9,12,13)
16	48.787	63831	14537	0.000		V		
17	48.998	11065	2019	0.000		V		
18	50.606	45954	10566	1.234	%	V	23	Acido Erucico (Cis-13)
19	51.326	39345	8571	1.016	%	V	24	Acido Tricosanoico
20	52.437	18922	3790	0.000				
21	53.633	560764	98550	24.912	%	SV	26	Acido Eicosapentanoico (Cis-5,8,11,14)
22	54.363	10168	2230	0.276	%	TV	27	Acido Nervónico (Cis-5,8,11,14)
23	55.814	20125	3662	0.000				
24	56.303	12251	2124	0.000		V		
25	57.768	57475	9084	0.000		S		
26	58.966	285543	42566	14.814	%	S	28	Acido Docosahexanoico (Cis-4,7,10,13,16)
Total		3191024	599094					

Analysis Date & Time : 16/12/2014 16:45:00
 User Name : Admm
 Vial# : 3
 Sample Name : zp islas pelao grado frescura3
 Sample ID : zp islas pelao grado frescura3
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp islas pelao grado fir
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm

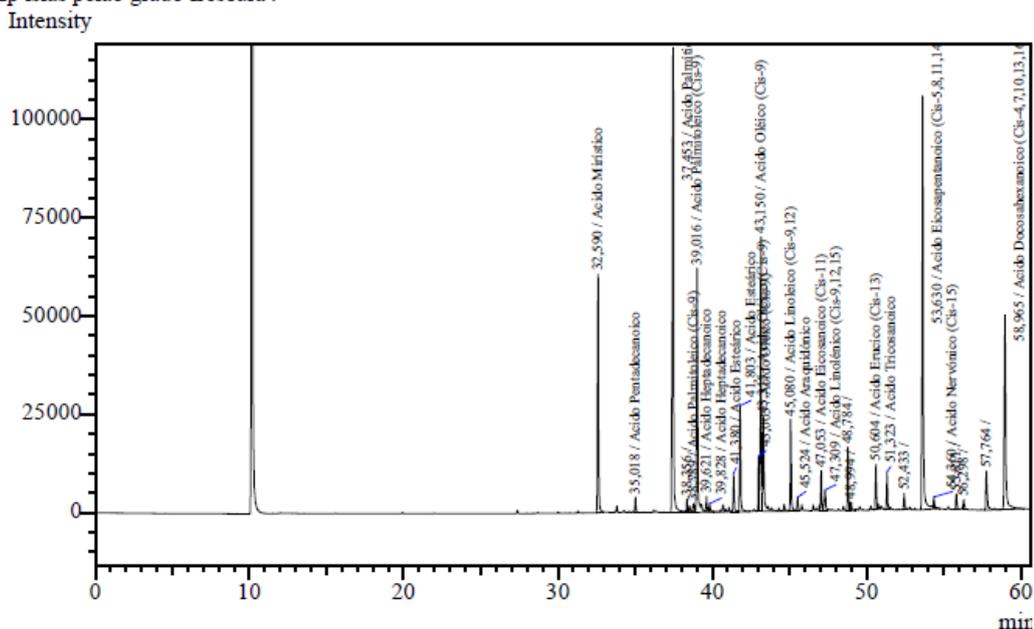
[Description]
 zp islas pelao grado frescura3
 Intensity



Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32,592	259807	56344	7,325	%		8	Acido Mirístico
2	35,021	15883	3621	0,444	%	V	10	Acido Pentadecanoico
3	37,452	655561	111754	17,596	%	S	11	Acido Palmítico
4	38,357	12786	2898	0,000		T		
5	38,790	10099	1859	0,279	%	T	12	Acido Palmitoleico (
6	39,017	289201	58064	7,993	%	SV	12	Acido Palmitoleico (
7	39,623	14097	3404	0,379	%	T	13	Acido Heptadecanoico
8	41,381	41625	9238	1,101	%		14	Acido Estearico
9	41,803	118775	25436	3,142	%	SV	14	Acido Estearico
10	43,004	56748	13329	1,490	%	V	16	Acido Oleico (Cis-9'
11	43,150	323594	66678	8,499	%	V	16	Acido Oleico (Cis-9'
12	43,316	130897	22515	3,438	%	SV	16	Acido Oleico (Cis-9'
13	45,082	101746	21833	3,053	%	V	18	Acido Linoleico (Cis
14	45,526	16438	3381	0,458	%	V	19	Acido Araquidónico
15	47,054	40556	9354	1,105	%	V	20	Acido Eicosanoico (C
16	47,310	31338	4978	1,070	%	V	21	Acido Linolénico (C
17	48,785	65673	15001	0,000		V		
18	48,994	11116	2010	0,000		V		
19	50,603	46508	10717	1,210	%	V	23	Acido Erucico (Cis-
20	51,323	40218	8846	1,006	%	V	24	Acido Tricosanoico
21	52,434	19638	3909	0,000		V		
22	53,630	566074	99270	24,366	%	SV	26	Acido Eicosapentanoico
23	54,361	11152	2448	0,294	%	TV	27	Acido Nervónico (C
24	55,812	21643	3721	0,000		S		
25	56,299	13288	2266	0,000		SV		
26	57,765	58862	9247	0,000		S		
27	58,965	313363	45742	15,753	%	S	28	Acido Docosahecanoico
Total		3286686	617863					

Analysis Date & Time : 16/12/2014 17:49:44
 User Name : Admin
 Vial# : 1
 Sample Name : zp islas pelao grado frescura4
 Sample ID : zp islas pelao grado frescura4
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp islas pelao grado frescura4
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp islas pelao grado frescura4

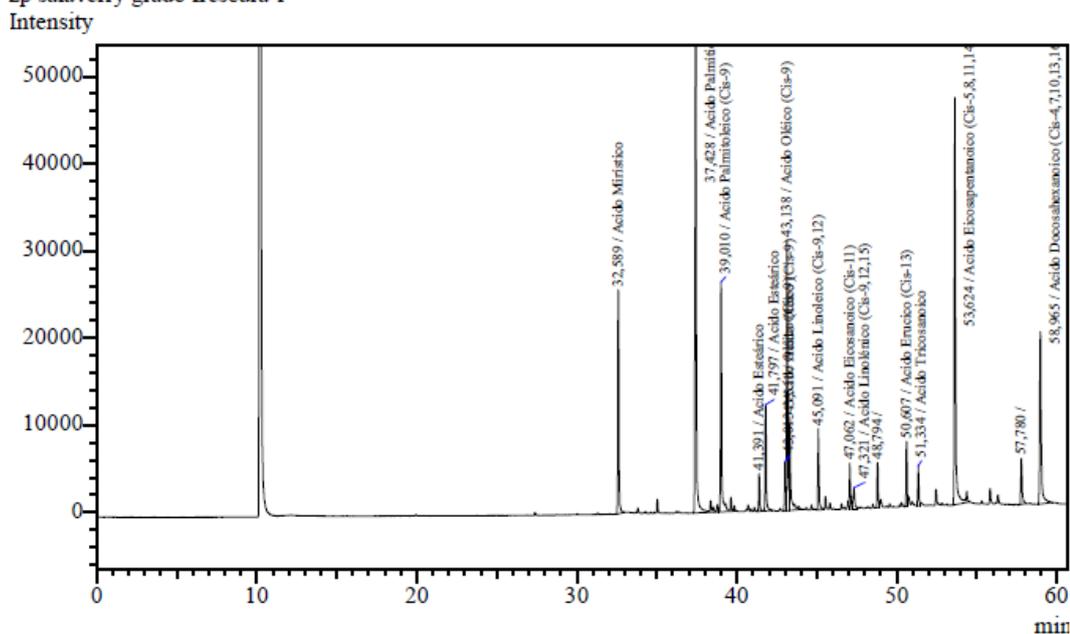


Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32,590	280066	60589	7,393 %			8	Acido Mirístico
2	35,018	17340	3942	0,454 %	V		10	Acido Pentadecanoico
3	37,453	699148	118090	17,572 %	S		11	Acido Palmítico
4	38,356	13860	3131	0,000 %	T			
5	38,789	10734	1953	0,278 %	T		12	Acido Palmitoleico (
6	39,016	314915	62036	8,150 %	SV		12	Acido Palmitoleico (
7	39,621	15434	3686	0,388 %	T		13	Acido Heptadecanoico
8	39,828	10425	2001	0,262 %	TV		13	Acido Heptadecanoico
9	41,380	44223	9813	1,095 %				Acido Esteárico
10	41,803	128486	26926	3,183 %	SV			Acido Esteárico
11	43,003	58701	14047	1,444 %	V		16	Acido Oleico (Cis-9)
12	43,150	339330	69697	8,345 %	V		16	Acido Oleico (Cis-9)
13	43,315	137012	23993	3,369 %	SV		16	Acido Oleico (Cis-9)
14	45,080	107816	23280	3,029 %	V		18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
15	45,524	16862	3538	0,440 %	V		19	Acido Araquidónico
16	47,053	44159	10158	1,126 %	V		20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
17	47,309	33260	5314	1,064 %	V		21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
18	48,784	70452	16107	0,000 %	V			
19	48,994	11931	2126	0,000 %	V			
20	50,604	50645	11616	1,234 %	V		23	Acido Erucico (Cis-13)
21	51,323	43831	9635	1,027 %	V		24	Acido Tricosanoico
22	52,433	20635	4164	0,000 %				
23	53,630	593271	104859	23,912 %	SV		26	Acido Eicosapentanoico (Cis-5,8,11,14)
24	54,360	12084	2667	0,298 %	TV		27	Acido Nervónico (Cis-7,10,13,16)
25	55,811	21716	3926	0,000 %				
26	56,298	14269	2461	0,000 %	V			
27	57,764	62331	9820	0,000 %	S			
28	58,965	338608	49351	15,938 %	S		28	Acido Docosahexanoico (Cis-4,7,10,13,16)
Total		3511544	658926					

ZONA DE PESCA SALAVERRY

Analysis Date & Time : 15/12/2014 17:56:46
 User Name : Admin
 Vial# : 5
 Sample Name : zp salaverry grado frescura 1
 Sample ID : zp salaverry grado frescura 1
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

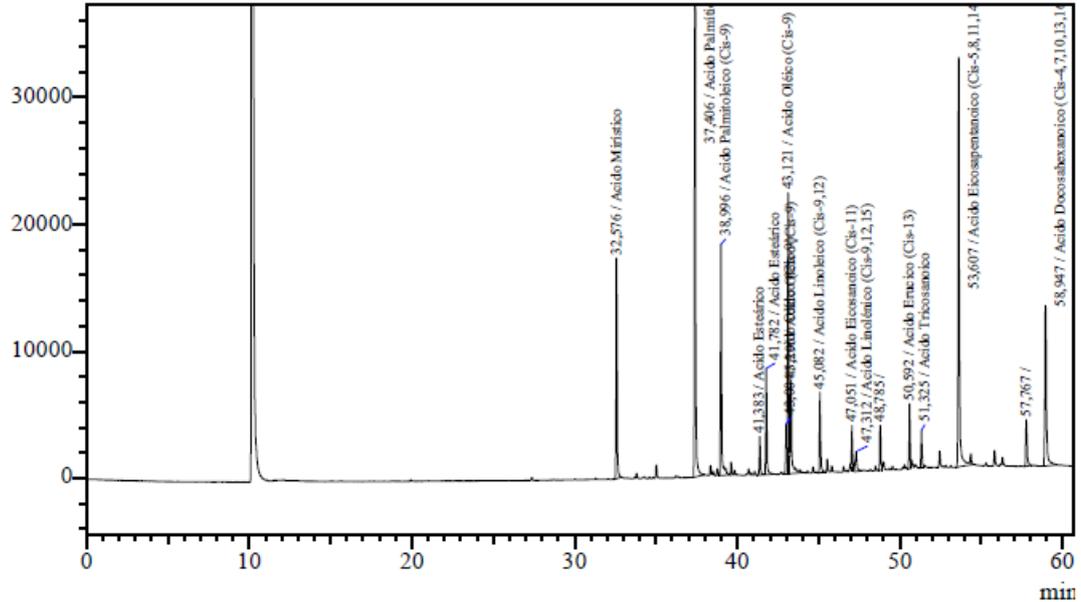
Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp salaverry grado frescura 1
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp salaverry grado frescura 1



Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32,589	116732	25615	7,409 %	S		8	Acido Mirístico
2	37,428	290721	54849	17,567 %	S		11	Acido Palmítico
3	39,010	132074	26277	8,218 %	SV		12	Acido Palmítico (Cis-9)
4	41,391	19329	4309	1,151 %			14	Acido Estearico
5	41,797	55435	12158	3,302 %	S		14	Acido Estearico
6	43,013	23402	5623	1,384 %			16	Acido Oleico (Cis-9)
7	43,138	141914	30957	8,391 %	V		16	Acido Oleico (Cis-9)
8	43,311	64043	10695	3,787 %	SV		16	Acido Oleico (Cis-9)
9	45,091	44497	9283	3,006 %			18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
10	47,062	23182	5223	1,421 %	V		20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
11	47,321	16714	2408	1,285 %	V		21	Acido Linolenico (Cis-9,12,13)
12	48,794	22779	5150	0,000 %				
13	50,607	32049	7420	1,877 %			23	Acido Erucico (Cis-13)
14	51,334	20810	4521	1,172 %			24	Acido Tricosanoico
15	53,624	258444	46628	25,044 %	S		26	Acido Eicosapentanoico (Cis-5,8,11,14)
16	57,780	31318	5234	0,000 %				
17	58,965	132424	19749	14,986 %	S		28	Acido Docosahexanoico (Cis-7,10,13,16)
Total		1425867	276099					

Analysis Date & Time : 16/12/2014 10:55:36
 User Name : Admin
 Vial# : 2
 Sample Name : zp salaverry grado de frescura 2
 Sample ID : zp salaverry grado de frescura
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

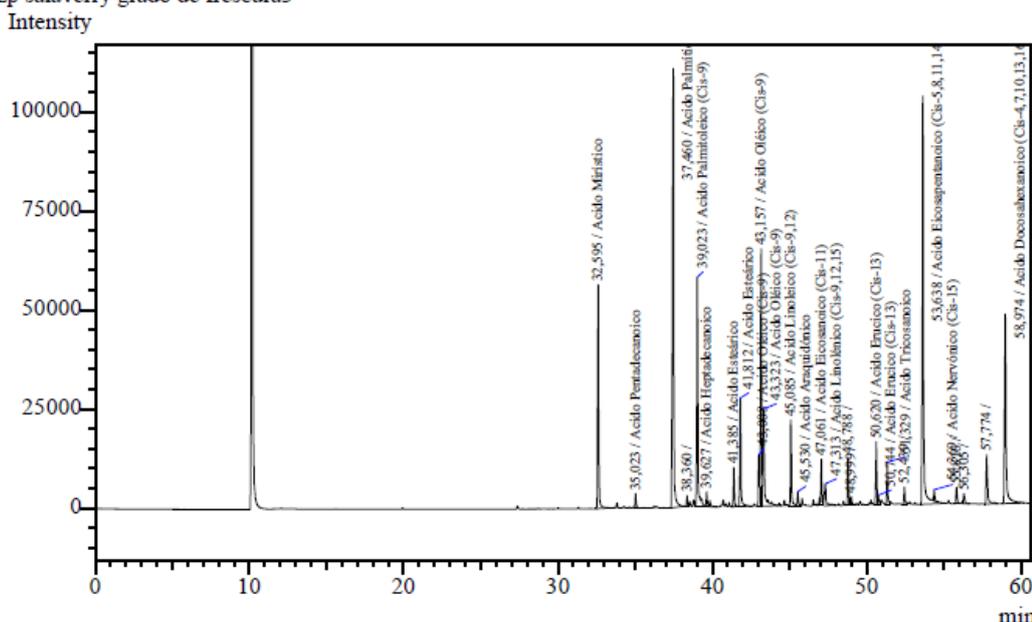
Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp salaverry grado de
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp salaverry grado de frescura 2
 Intensity



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32,576	77008	17350	7,447 %			8	Acido Mirístico
2	37,406	182143	38150	16,770 %			11	Acido Palmítico
3	38,996	86601	18116	8,210 %	S		12	Acido Palmítico (Cis-9)
4	41,383	13544	3005	1,229 %			14	Acido Estearico
5	41,782	36825	8311	3,342 %	S		14	Acido Estearico
6	43,004	16551	3946	1,491 %			16	Acido Oleico (Cis-9)
7	43,121	98073	22051	8,835 %	V		16	Acido Oleico (Cis-9)
8	43,296	41419	7239	3,731 %	SV		16	Acido Oleico (Cis-9)
9	45,082	30029	6344	3,091 %			18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
10	47,051	15649	3596	1,462 %	V		20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
11	47,312	10714	1562	1,255 %	V		21	Acido Linolenico (Cis-9,12,15)
12	48,785	15603	3542	0,000 %	V			
13	50,592	21641	5094	1,931 %			23	Acido Erucico (Cis-13)
14	51,325	13610	2975	1,168 %			24	Acido Tricosanoico
15	53,607	174246	32165	25,727 %	S		26	Acido Eicosapentanoico (Cis-5,8,11,14)
16	57,767	21782	3661	0,000 %	S			
17	58,947	82999	12637	14,312 %	S		28	Acido Docosahexanoico (Cis-4,7,10,13,16)
Total		938437	189744					

Analysis Date & Time : 16/12/2014 12:00:24
 User Name : Admin
 Vial# : 3
 Sample Name : zp salaverry grado de frescura3
 Sample ID : zp salaverry grado de frescura3
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

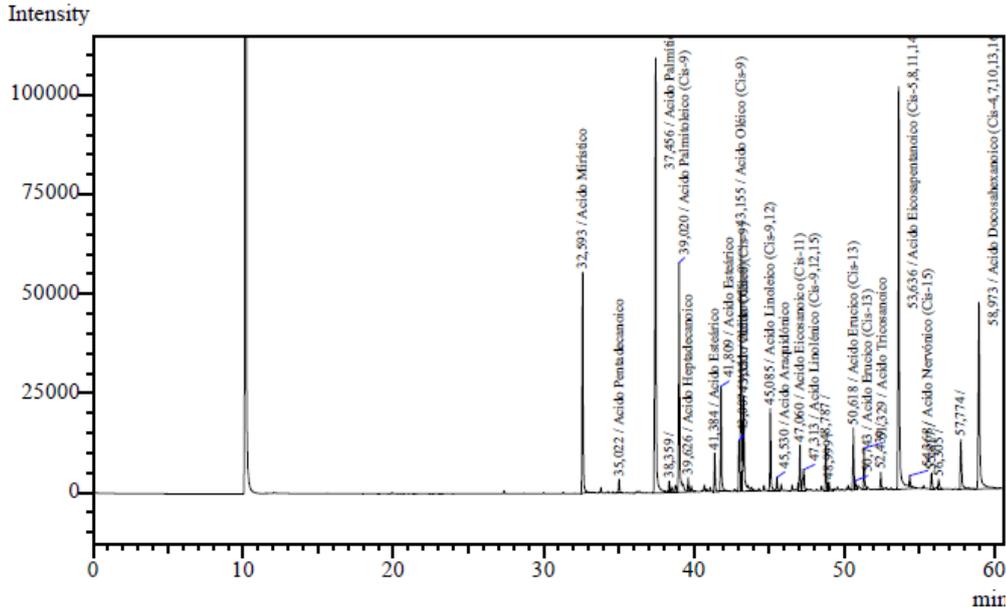
Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp salaverry grado de f
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp salaverry grado de frescura3



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32,595	271574	56439	7,219 %	S		8	Acido Mirístico
2	35,023	15895	3600	0,419 %	V		10	Acido Pentadecanoico
3	37,460	656461	110641	16,613 %			11	Acido Palmítico
4	38,360	12082	2716	0,000				
5	39,023	296389	57822	7,723 %	SV		12	Acido Palmítico (Cis-9)
6	39,627	15265	3599	0,387 %	T		13	Acido Heptadecanoico
7	41,385	45630	9861	1,138 %	S		14	Acido Estéarico
8	41,812	135777	27303	3,387 %	SV		14	Acido Estéarico
9	43,008	54323	13004	1,345 %			16	Acido Oléico (Cis-9)
10	43,157	320693	64876	7,941 %	V		16	Acido Oléico (Cis-9)
11	43,323	144092	24448	3,568 %	SV		16	Acido Oléico (Cis-9)
12	45,085	101459	21502	2,870 %			18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
13	45,530	17189	3502	0,452 %	V		19	Acido Araquidónico
14	47,061	51586	11724	1,325 %	V		20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
15	47,313	40970	5476	1,319 %	SV		21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
16	48,788	52921	12103	0,000				
17	48,999	11237	2100	0,000	V			
18	50,620	71328	15838	1,750 %	V		23	Acido Erucico (Cis-13)
19	50,744	12913	2396	0,317 %	V		23	Acido Erucico (Cis-13)
20	51,329	50018	10690	1,180 %	V		24	Acido Tricosanoico
21	52,439	21642	4331	0,000				
22	53,638	611283	102869	24,808 %	SV		26	Acido Eicosapentanoico (Cis-5,8,11,14)
23	54,369	12677	2840	0,315 %	TV		27	Acido Nervónico (Cis-7,10,13,16)
24	55,816	22841	4079	0,000				
25	56,305	15279	2520	0,000	SV			
26	57,774	78038	12345	0,000	S			
27	58,974	336006	47710	15,925 %	S		28	Acido Docosahexanoico (Cis-4,7,10,13,16)
Total		3475568	636334					

Analysis Date & Time : 16/12/2014 13:05:06
 User Name : Admin
 Vial# : 4
 Sample Name : zp salaverry grado de frescura4
 Sample ID : zp salaverry grado de frescura4
 Sample Type : Unknown
 Injection Volume : 1,00
 ISTD Amount :

Data Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\TESIS ELVIS VILLAVERDE\zp salaverry grado de f
 Method Name : C:\WINDOWS\Data\Project1\FAMES\Metodo FAMES AOAC 991.39 (Rt-2560).gcm
 [Description]
 zp salaverry grado de frescura4



Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Unit	Mark	ID#	Cmpd Name
1	32,593	259243	55386	7,045 %			8	Acido Mirístico
2	35,022	15754	3481	0,425 %		V	10	Acido Pentadecanoico
3	37,456	654912	109011	16,944 %		S	11	Acido Palmítico
4	38,359	11654	2625	0,000 %		T		
5	39,020	295954	57604	7,884 %		SV	12	Acido Palmítico (Cis-9)
6	39,626	14359	3385	0,372 %		T	13	Acido Heptadecanoico
7	41,384	45046	9760	1,149 %		S	14	Acido Estearico
8	41,809	129685	26402	3,307 %		SV	14	Acido Estearico
9	43,007	54037	12868	1,368 %			16	Acido Oleico (Cis-9)
10	43,155	323537	65717	8,191 %		V	16	Acido Oleico (Cis-9)
11	43,321	140189	23972	3,549 %		SV	16	Acido Oleico (Cis-9)
12	45,085	97071	20651	2,807 %			18	Acido Linoleico (Cis-9,12)
13	45,530	16479	3401	0,443 %		V	19	Acido Araquidónico
14	47,060	50955	11512	1,338 %		V	20	Acido Eicosanoico (Cis-11)
15	47,313	36826	5324	1,212 %		V	21	Acido Linolénico (Cis-9,12,15)
16	48,787	51095	11546	0,000 %		V		
17	48,999	11902	2097	0,000 %		V		
18	50,618	69751	15580	1,749 %		V	23	Acido Erucico (Cis-13)
19	50,743	12309	2329	0,309 %		V	23	Acido Erucico (Cis-13)
20	51,329	48053	10416	1,159 %		V	24	Acido Tricosanoico
21	52,439	21759	4330	0,000 %		V		
22	53,636	587409	101082	24,372 %		SV	26	Acido Eicosapentanoico (Cis-5,8,11,14)
23	54,368	12116	2719	0,308 %		TV	27	Acido Nervónico (Cis-7,10,13,16)
24	55,817	22195	3969	0,000 %				
25	56,305	14412	2436	0,000 %		V		
26	57,774	80452	12464	0,000 %		S		
27	58,973	331648	46912	16,070 %		S	28	Acido Docosahexanoico (Cis-4,7,10,13,16)
Total		3408802	626979					

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACION

“CATALOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACION Y TESIS-TIPRO”

Resolución N°1562-2006-ANR

RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACION Y TESIS

I. DATOS GENERALES (Pre-Grado)

Universidad: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

Facultad: Ingeniería

Escuela Académica Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Título del Trabajo: “Evaluación de la influencia del grado de deterioro de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en el contenido de omega 3, para tres de zonas de pesca”

Autor: Villaverde Nicolas Elvis Raul (DNI 46488402)

II. CONTENIDO DEL RESUMEN

- METODOLOGÍA:

Se utilizó anchoveta (*Engraulis ringens*) provenientes las zonas de captura de Islas Pelao, Salaverry y Chimbote, con niveles de deterioro (TBVN) (<25, 26-30, 31-35 y >35). Se realizaron los análisis TBVN y proximales a la materia prima de la zona de descarga proveniente de las diferentes zonas de captura.

Finalmente se realizó el análisis del perfil lipídico utilizando el método oficial AOAC 996.06 para determinación de ácidos

grasos FAMES para las 36 muestras de aceite crudo de pescado con la finalidad de determinar la cantidad de omegas EPA y DHA.

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El aceite de pescado de acuerdo a su perfil lipídico consta de 31-35 % de omega -3 siendo el EPA el componente mayoritario y el DHA de menor proporción (Conchillo, 2006), la cantidad de omega-3 se sostiene que es variable de acuerdo a la zona de pesca de donde procede la materia prima y al grado de descomposición que presente la misma que está muy relacionado con las pérdidas de componentes proteicos y funcionales en el pescado.

- **OBJETIVOS:**

- Determinar el grado de deterioro de la anchoveta de tres zonas de pesca
- Determinar el perfil lipídico de las grasas de anchoveta cruda
- Determinar la correlación del grado de deterioro de la materia prima (anchoveta) y el perfil de omega 3 en la grasa cruda respecto a tres zonas de pesca.

- **HIPÓTESIS:**

La zona de pesca y el grado de frescura de la materia prima (anchoveta) influye en el perfil de omega 3 del aceite crudo.

- **REFERENCIA AL MARCO TEÓRICO:**

La anchoveta es una especie pelágica, de talla pequeña, que puede alcanzar hasta los 20 cm de longitud total. Vive en aguas moderadamente frías, con rangos que oscilan entre 16° y 23°C en verano y de 14° a 18°C en invierno. Tiene hábitos altamente gregarios formando enormes y extensos cardúmenes que en periodos de alta disponibilidad, facilita que sus capturas sean de gran magnitud. (*IMARPE, 2010*).

La pesca de anchoveta se realiza a lo largo de todo el litoral peruano. La captura de anchoveta se realiza con embarcaciones de cerco, comúnmente conocidas como “bolicheras” y utilizan redes con abertura de malla de 13 mm.

Entre los productos de origen animal, el pescado es uno de los más susceptibles al proceso de deterioro, debido a su pH próximo a la neutralidad, a la alta actividad de agua en los tejidos, al contenido de nutrientes fácilmente utilizables por los microorganismos, al contenido de lípidos insaturados, a la rápida acción destructiva de las enzimas presentes en los tejidos y a la alta actividad metabólica de microorganismos. (Liston, 1982; Sikorski et al., 1994).

La pérdida de la calidad inicial es causada principalmente por cambios autolíticos y no relacionados con la actividad microbiana (Gram & Huss, 1996). De hecho, Ehira & Uchiyama

(1987) relatan que los fenómenos que se desencadenan en el musculo del pescado luego de la captura, pueden ser divididas en dos etapas, denominadas frescor bioquímico y frescor microbiológico.

- **CONCLUSIONES:**

- Para la interacción entre la variable de grado de deterioro vs el contenido de DHA se obtuvo un coeficiente de correlación de +0.622 existe una relación estadísticamente significativa entre DHA % y TBVN con un nivel de confianza del 95.0%. Indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables, como se aprecia en el desarrollo del experimento se aprecia que mientras aumenta el grado de deterioro aumenta también el porcentaje de DHA.
- Para la interacción de la variable de grado de deterioro vs el contenido de EPA se tiene un coeficiente de correlación negativo de -0.719, existe una relación estadísticamente significativa entre EPA% y TBVN con un nivel de confianza del 95.0%. Indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables, se aprecia una correlación negativa mientras más aumenta el grado de deterioro va disminuyendo la concentración de EPA.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo. Uso mundial de aceite de pescado y sus aplicaciones. Editorial Chile Pesquero, Mayo 2002.
- Antti Aro , Satu Männistö , Irma Salminen , Marja-Leena Ovaskainen , Vesa Kataja & Matti Uusitupa (2000) Inverse Association Between Dietary and Serum Conjugated Linoleic Acid and Risk of Breast Cancer in Postmenopausal Women, Pages 151-157.
- Arterburn LM, Hall EB, Oken H.(2006) Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr* 2006;83:S1467–76S
- A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST). 1984. Official Methods of Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemist. 14 th Ed. Editorial Board. U.S.A.
- Aubourg S, Medina I, Pérez-Martín R. (1996). **Polyunsaturated fatty acids in tuna phospholipids: distribution in the sn-2 location and changes during cooking.** *J. Agric. Food. Chem.* V.44, pp. 585-589.
- BCR (2012). **Exportaciones de aceite de pescado (precio-US\$/TM).** *Boletín semanal. Estadísticas*
- Belitz G. (1997). **Química de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.1087.
- Bimbo P. (1990). **Production of fish oil.** *Fish oil nutrition*, c.6, pp. 181-225.
- Bimbo P. & Crowther J. (1992). **Fish meal and oil: current uses.** *JAOCS*, v. 69, n.3, pp. 221-227.
- Brenner RR, Peluffo RO. (1969). **Regulation of unsaturated fatty acid biosynthesis.** *Biochim Biophys*; v.176, pp. 471-9.
- Botta J. (1995). **Chemical methods of evaluating freshness quality.** *Evaluation of seafood freshness quality.* New York: VCH, pp.9-33.
- Castell C, Neal W. & Dale J. (1973). **Comparison of changes in trimethylamine, dimethylamine and extractable protein in iced and frozen gadoid fillets.** *Ibidem* , v.30, pp. 1246-1248.
- Cobb B, Vanderzant C. (1975). **Development of a chemical test for shrimp quality.** *Journal of Food Science*, v.40, n1, pp.121-124.

- Cmolik J, Pokorny J. (2000). **Physical refining of edible oils.** *Eur J Lipid Scien Technol*, v.102, pp. 472-85.
- Conchillo A, Valencia I, Puente A, Ansorena D. e Astiarán I. (2006). **Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga.** *Nutrición Hospitalaria: Alimentos funcionales*, v.21, pp. 369-373.
- Contreras G. (1994). **Bioquímica de pescados é derivados.** *Jaboticabal: Fundacao de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinaria é Zootecnia (FUNEP).*
- Contreras G. (2002). **Bioquímica de pescados e invertebrados.** Santiago de Chile: Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos. P.309.
- Coultate T. (1998). **Manual de química y bioquímica de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 366.
- Cunane S. (1999). **Modeling human infant requirements for long-chain polyunsaturated fatty acids.** *Brit J Nutr.*, v.82, pp. 163-4.
- Dawson-Saunders B, Trapp R. (1996). **Bioestadística Médica.** 2ª ed. México: Editorial el Manual Moderno.
- Dyer W. (1952). **Amines in fish muscle. VI. Trimethylamine oxide content of fish and marine invertebrates.** *Ibidem*, v.8, pp. 314-324.
- Edmond J, Higa TA, Korsak RA et al. (1996). **The source of fatty acids in developing brain.** *J Neurochem*, v. 66 (suppl 1): S94B.
- Ehira S, Uchiyama H. (1987). **Determination of freshness using the k value and comments on some other biochemical changes in relation to freshness.** *Seafood Quality Determination. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.* pp. 185-207.
- Erickson C (2008). **Lipid oxidation of muscle foods in: food lipid,** Akon C, Min D, ed. Marcel Dekker, pp. 321-363.
- FAO (1986). **The production of fish meal and oil fisheries.** *Technical paper 142. Review 1.*
- FAO (1998). **“El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad”.** *FAO, Documento técnico de pesca* p. 348.
- Farber L. (1965). **Freshness tests. Fish as food.** New York: Academic Press,v.4,pp.65-126.

- Fitzgibbon, D. (1969). **Historical statistics-fish meal, oil and solubles.U.S.** *Fish wildilife Service, Bureau of commercial Fisheries Current Fisheries Statistics*, n. 5105, p. 30.
- Flick, U. F., Muñoz, L., Muñoz, E. M. M. L., de Kohan, C., de Kohan, N. C., ORTEGA GONZALEZ, J., ... & Espinosa, D. M. G. (2012). *Introducción a la investigación cualitativa* (No. 303.442). Córdoba (Argentina: Provincia). Hospital Neuropsiquiátrico Provincial.
- Gil A. (2010). **Tratado De Nutrición.** *Composición y calidad nutritiva de los alimentos.* Segunda edición.
- Gillespie, N.C. and I.C. MacRae (1975). **The bacterial flora of some Queensland fish and its ability to cause spoilage.** *J. Appl. Bacteriol.* 39, 91-100.
- Gram L. & Huss H. (1996). **Microbiological spoilage of fish and fish products.** *International Journal of Food Microbiology*, v.33, pp.121-137.
- Grimaldi R, Tiekko R, Gauraldo L, Cavaletti R. (1998). **Characterization of hydrogenated fats for margarine manufacturing purposes.** *Grasas Aceites*, v. 49, pp. 1-8.
- Halász , Ágnes Baráth , Livia Simon-Sarkadi , Wilhelm Holzapfel (1994), "Biogenic amines and their production by microorganisms in food". Central Food Research Institute, Herman Otto at 15 H-1536 Budapest, Hungary.
- Hebard, ce.» Fi.iCK, G.J. & Martin, R.E. Occurrence and significance of trimethyl- 1982 mine oxide and ts dcrivatives in fish and shellfish. En: *Chemistry and biochemistry of marine food products*, p. 149-304, éd. R.E. Martin étal. Westporl, Conriecticut, Avl Publishing Co.
- Huss H. (1988). **El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad.** *Programa de Capacitación FAO/DANIDA en Tecnología Pesquera y Control de Calidad.*
- IMARPE (2010), **Instituto de investigaciones del mar del Perú.**
- Ibañez M. (1998). **Obtención de ácido eicosapentaenoico (20:5 n3) a partir de la microalga PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM.** Facultad de Ciencias experimentales. Universidad de Almería.

- Kirk R, Sawyer R; Egan, H. (1996). **Composición y análisis de alimentos**. Segunda edición; *Compañía editorial continental SA* de CV, México.
- Koolman J, Röhm K. Bioquímica. Texto y atlas. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004.
- Konosu, s. & Yamaciuc'HI, K. The flavor components in fish and shellfish. En: *Chemis-1982 try and biochemistry of marine food products*, p. 367-404, ed. R.E. Martin et al. Westport, Connecticut, AVI Publishing Co.
- Kuaye A. (1982). **Comparação dos metodos para determinação das bases nitrogenadas volateis em pescado: parámetros críticos e modificações**. Campinas, Unicamp. P.95.
- Lapa-Guimares J, Felicio P, Contreras E. (2005). **Chemical and microbial analyses of squid muscle (Loligo plei) during storage in ice**. *Food Chemistry*,v.91,n.3,pp.471-483.
- Lee J, O'Keefe J, Lavie C, Marchioli R, Harris W. (2008). **Omega-3 fatty acids for cardioprotection**. *Mayo Clin Proc*, v. 83, pp. 324-32.
- Lenny R. Ordoñez, Eloisa M. Hernández (2014). **Effect of the preparation of canned "crumbled anchovy" (Engraulis Ringens) on polyunsaturated omega 3 fatty acids**. *Ciencia e Investigación*, v. 17, pp. 27-32.
- Liston J. (1980). **Microbiology in fishery sciences**. *Advances in fishery science and technology*. Surrey: Fishing News Books. pp. 138-157.
- Liston J. (1982). **Recent advances in the chemistry of iced fish spoilage**. In: Martin R.E.(Ed). *Chemistry and biochemistry of marine food products*. Westport, Conn, USA. pp.27-37.
- Machare J, Sebrier M, Huaman D & Mercier L. (1986). **Tectónica cenozoica de la margen continental peruana**. *Bol. Soc. Geol. Del Perú*, v. 76, pp. 45-77.
- Madsen L, Rustan AC, Vaagenes H et al. (1999). **Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference**. *Lipids*; v.34, pp. 951-63.

- Masson L. y Mella M. (1985). **Materia grasa de consumo habitual y potencial en Chile: composición de los ácidos grasos.** Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p.31.
- Molteno C., Contreras-Guzman E., Reposi J, Aliaga H. (1968). **Composición química del destilado de agua y su utilización en calderas.** Santiago de Chile. *Instituto de Fomento Pesquero*, n, 18,
- Nielsen S. (1998). **Food Analysis.** Second Edition; An Aspen
- Pedrosa-Menabrito A, Regenstein J. (1988). **Shelf-life extension of fresh fish.** A review. Spoilage of fish. *Journal of Food Quality*,v.2,n.2,pp.117-127.
- Potter N. y Hotchkiss J. (1999). **Ciencia de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.667.
- Petersen, D.W., Kleinow, K.M., Kraska, R.C., & Lech, J.J. (1985). Uptake, disposition, and elimination of acrylamide in rainbow trout. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 80(1), 58-65.
- Refsgaard H, Brockhoff P, Jensen B. (2000). **Free polyunsaturated fatty acids cause taste deterioration of salmon during frozen storage.** *J. Agric. Food Chemical*, v.48, pp.3280-3285.
- Restrepo L., Gonzales J. (2005). **De Pearson a Spearman.** Revista colombiana de ciencias pecuarias. Universidad de Antioquia.
- Revista Pesca Perú, (2012).
- Reay, G. A., & Shewan, J. M. (1949). The spoilage of fish and its preservation by chilling. *Advances in Food Research*, 2, 343-398.
- Ringo E, Stenberg E, Strom A. (1984). **Aminoacid and lactate catabolism in trimethylamine oxide respiration of *Alteromonas putrefaciens*.** *Applied Environmental Microbiology*, v. 47. n.5, pp.1804-1809.
- Rodriguez-Saona, L.E., Barrett, D.M., & Selivonchick, D.P. (1995). Peroxidase and lipoxygenase influence on stability of polyunsaturated fatty acids in sweet corn (*Zea mays* L.) during frozen storage. *Journal of Food Science*, 60, 1041-44.
- Rose, G.A., Leggett, W.C., 1991. Effects of biomass-range interactions on catchability of migratory demersal fish by mobile

- fisheries: an example of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48, 843–848.
- Ruz M., Araya H., Atala E. y Soto D. (1996). **Nutrición y salud**. Departamento de nutrición, facultad de medicina, universidad de Chile. Santiago, Chile. p.454.
 - Sanhueza J, Nieto S, Valenzuela A. (2004). **Ácido Docosa-Hexaenoico (DHA), desarrollo cerebral, memoria y aprendizaje**. *Revista Chilena de Nutrición*, v. 31, pp. 84-92.
 - Schweigger E. (1964). **El Litoral Peruano**. *Universidad Nacional Federico Villarreal*. Lima.
 - Sears, S. F., & Conti, J. B. (2002). Quality of life and psychological functioning of ICD patients. *Heart*, 87(5), 488-493.
 - Shepherd J. (2008). **International fishmeal and fish oil organization**. *Annual Inform*, pp. 12-23.
 - Shewan J. (1962). **The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes**. In: Howthorn J. & Muil J.. *Recent Advances in Food Science*.
 - Sikorski Z., Kolakowska A., Burt J. (1994). **Cambios bioquímicos y microbianos subsiguientes a la captura**. *Tecnología de los productos del mar: recursos, composición y conservación*. Zaragoza: Acribia. Cap.4, pp.73-101.
 - Simopoulos A. (1998). **Overview of evolutionary aspects of omega-3 fatty acids in the diet**. *World Rev Nutr Diet*; v.83, pp.1-11.
 - Smith T. (1980). **Amines in food**. *Food Chemistry*, v.6,n.3,pp.169-200.
 - Sprecher H, Luthria DL, Mohamed BS, Baykousheva SP. (1995). **Reevaluation of the pathways for the biosynthesis of polyunsaturated fatty acids**. *J Lipid Res*; v.36, pp. 2471-7.
 - Soudan, F., Anquez, M., & Benezit, A. (1965). La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques. J.-B. Baillièere et fils.
 - Suyama, m. et al. Quality of wild and cultured ayu. 1. *Btdl. Jap. Soc. Sci. Fish.*.1977 43(5):535-40.

- Stansby, M. E., & Lemon, J. M. (1937). Quantitative determination of oil in fish flesh. *Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition*, 9(7), 341-343.
- Storm, R. (1979). *mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle*. VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- Tokunaga, t. Trimethylamine oxide and its decomposition in the bloody muscle of 1970 fish. 1. TMAO, TMA, and DMA contents in ordinary and bloody muscles. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fw/i.*, 36(5):502-9.
- Uauy B, Valenzuela A. (1992). **Marine oils as a source of Omega-3 fatty acids in the diet: how to optimise the health benefits**. *Prog. Food Nutr.*, v.16, pp. 199-243.
- Uauy R, Valenzuela A. (2000). **Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids**. *Nutrition*, v. 16, pp. 680 - 9.
- Valenzuela A. (1999). **El ácido docosahexaenoico (DHA) su esencialidad y requerimientos**. *Revista Chilena de nutrición* 26(3), pp. 279-287.
- Valenzuela A, Morgado N. (1999). **Trans fatty acid isomers in human health and in the food industry**. *Biol Res*, v. 32, pp. 273-87.
- Valenzuela A, Uauy R. (1999). **Consumption pattern of dietary fats in Chile. n-6 and n-3 Fatty acids**. *Int J Food Sci Nutr*, v.50, pp. 127-33.
- Valenzuela A, Sanhueza J, Nieto S. (2006). **Docosahexaenoic acid (DHA), Essentiality and requirements: why and how to provide supplementation**. *Grasas Aceites*, v. 57, pp. 229-37.
- Windsor M. y Barlow (1984). **Introducción a los subproductos de Pesquería**. Ed. Acribia, pp. 5- 97.
- Zaitzev V, Kizevetter L, Lagunov L, Makarova T, Minder L, Podsevalov V. (1969). **Characteristics of irish as a raw material for industry**. *In: Zaitsev V. Fish curing and processing*. Mocosow.
- Ziller S. (1996). **Grasas y aceites alimentarios**. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p.71.