



UNAP



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

TESIS

**OBTENCIÓN DE ACEITE REFINADO A PARTIR DE LOS DESECHOS DE
PESCADO PROCEDENTES DEL PUERTO EDUARDO - IQUITOS**

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

PRESENTADO POR:

**LARRY EZEQUIEL SANGAMA SANGAMA
AMADOR LLERENA VELA**

ASESOR:

**Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ
2024**

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

Facultad de Ingeniería Química
Unidad de Investigación



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 022-CGT-FIQ-UNAP-2024

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Química, a los 16 días del mes de SEPTIEMBRE de 2024, a horas 17:00, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "OBTENCIÓN DE ACEITE REFINADO A PARTIR DE LOS DESECHOS DE PESCADO PROCEDENTES DEL PUERTO EDUARDO - IQUITOS", aprobado con Resolución Decanal N° 221-2024-FIQ-UNAP, presentado por los Bachilleres: **Amador Llerena Vela y Larry Ezequiel Sangama Sangama**, para optar el título profesional de **Ingeniero Químico**, que otorga la Universidad de acuerdo Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R. D. N° 144-2024-FIQ-UNAP está integrado por:

Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFEN, Dr.	Presidente
Ing. ALCIDES ARMANDO DELGADO CÉSPEDES, Mgr.	Miembro
Ing. CARLOS MARTÍN MIREs LÓPEZ, Mtro.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIA MENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis ha sido: APROBADA con la calificación BOENA, estando los bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Siendo las 18:15 se dio por terminado el acto de SUSTENTACION

.....
Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFEN, Dr.
Presidente de Jurado

.....
Ing. ALCIDES ARMANDO DELGADO CÉSPEDES, Mgr.
Miembro

.....
Ing. CARLOS MARTÍN MIREs LÓPEZ, Mtro.
Miembro

.....
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.
Asesor

.....
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.
Asesor

UNIVERSIDAD

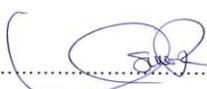
JURADO Y ASESOR


.....
Ing. JUAN MANUEL ROJAS AMASIFEN, Dr.
Presidente de Jurado


.....
Ing. ALCIDES ARMANDO DELGADO CÉSPEDES, Mgr.
Miembro


.....
Ing. CARLOS MARTÍN MIRES LÓPEZ, Mtro.
Miembro


.....
Ing. VÍCTOR GARCÍA PÉREZ, Dr.
Asesor


.....
Ing. JORGE ANTONIO SUÁREZ RUMICHE, Dr.
Asesor

SANGAMA SANGAMA / LLERENA VELA

FIQ_TESIS_SANGAMA SANGAMA_LLERENA VELA.pdf

18-22NOV

My Files

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::20208:410010172

64 Páginas

Fecha de entrega

27 nov 2024, 9:33 a.m. GMT-5

12,411 Palabras

65,895 Caracteres

Fecha de descarga

27 nov 2024, 1:52 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

FIQ_TESIS_SANGAMA SANGAMA_LLERENA VELA.pdf

Tamaño de archivo

1.3 MB



Página 2 of 71 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::20208:410010172

37% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

35% Fuentes de Internet

4% Publicaciones

16% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

A mi padre el Ing. Larry Sangama, quien me brindo su soporte, su confianza y su apoyo constante en innumerables situaciones. Su ejemplo de perseverancia y dedicación fue una de las cosas que me motivo a seguir adelante en todo momento. A mi tío Larry Moisés Sangama quien me alentó a seguir. A mi madre y mis hermanos por los momentos de distracción que han hecho más llevadera esta travesía.

Este trabajo está dedicado a todos ustedes, quienes han dejado una huella indeleble en mi vida. Su apoyo y amor han sido mi fuerza motriz. Sin ustedes, este logro no sería posible.

Gracias.

LARRY EZEQUIEL

A mi padre David. A mi madre Augusta, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, mucho de mis logros se los debo a ustedes, me formaron con reglas y con algunas libertades, pero siempre estuvieron a mi lado para motivarme y así conseguir mis metas. A mis hijas Luz de Milagro, Leylita Kataleya y Cristiano David y a mi querida esposa Greyci Natividad, Patrik, Greti y Edson. A mis hermanos Leylita, Oscar, David, Delvin, Raúl, Teresa. Y a mis tios Jorge y Nelly.

AMADOR

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la UNIVERSIDAD por guiarnos y bendecirnos en nuestro día a día, por darnos la fortaleza, las ganas y la capacidad de desarrollarnos como personas y profesionales, por proteger nuestro camino y cuidar de los nuestros.

A mis queridos padres, por estar siempre apoyándonos, ejemplo de lucha, dedicación y fortaleza.

A nuestros asesores de tesis, Ing. Víctor García Pérez y Jorge Antonio Suarez Rumiche, por su tiempo y dedicación. Su amplio conocimiento, sus experiencias, por la calidad de profesional y persona que es, sus consejos, y su motivación han sido primordiales para lo que hemos desarrollado. Estamos sumamente agradecidos con ellos, ya que hemos aprendido mucho por intermedio suyo varios ámbitos que nos han permitido tener una mejor visión tanto de manera profesional como humana.

Además, queremos expresar nuestra gratitud al Ing. Gabriel Ubaldo Gilabert Sánchez (†) y al Ing. Miguel Angel Cornelio Chujutalli por su apoyo y orientación a lo largo de este proceso. Su sabiduría y guía han sido fundamentales para nuestro crecimiento y desarrollo. Agradecemos sinceramente su dedicación y compromiso con nuestra investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Portada	i
Acta de sustentación	ii
Jurado y Asesor	iii
Resultado del Informe de Similitud	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	viii
Índice de gráficos	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases Teóricas	6
1.3. Definición de términos básicos	16
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	19
2.1. Formulación de la hipótesis	19
2.2. Variables y su operacionalización	19
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de la investigación	22
3.2. Población y Muestra	26
3.3. Técnicas e instrumentos	27
3.4. Procedimiento de recolección de datos	28
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	35
3.6. Aspectos éticos	36
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	37
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	46
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	53
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	54
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	
1. Proceso de obtención de aceite de residuo de pescado	
2. Certificado de análisis	
3. Matriz de consistencia	
4. Matriz de operacionalización de variables	

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla N° 1: Variables y su operacionalización.	21
Tabla N° 2: Rendimiento de aceite residuos de Mota (Calophysus macropterus L.)	37
Tabla N° 3: Rendimiento de aceite residuos de Llambina (Potamorhina altamazonica)	37
Tabla N° 4: Promedio rendimiento de aceite residuos	38
Tabla N° 5: Resultados de la caracterización físico-química del aceite de residuo Mota (Calophysus macropterus L.)	39
Tabla N° 6: Resultados de la caracterización físico-química del aceite de residuo Llambina (Potamorhina altamazonica)	40
Tabla N° 7: Promedio de la caracterización físico-química del aceite de residuo	40
Tabla N° 8: Relación entre el residuo y las propiedades físico químicas del aceite de pescado	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Páginas
Gráfico N° 1:	Promedio Rendimiento de aceite de residuos.	38
Gráfico N° 2:	Humedad (%).	41
Gráfico N° 3:	Densidad (g/mL) a 15.6 °C.	41
Gráfico N° 4:	Índice de acidez (mg KOH/ g grasa).	42
Gráfico N° 5:	Grado de acidez (% de ácido oleico).	43
Gráfico N° 6:	Índice de peróxido (mEq O ₂ / kg aceite).	43
Gráfico N° 7:	Índice de saponificación (mg KOH/ g de aceite).	44
Gráfico N° 8:	Peso molecular (g/mol).	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura N° 1: Ácidos grasos en aceite de pescado.	7
Figura N° 2: Estructura de los ácidos grasos polinsaturados EPA y DHA.	7
Figura N° 3: Clasificación de los residuos sólidos.	8
Figura N° 4: Formación de Histamina.	11
Figura N° 5: Formación de Putrecina y Cadaverina a partir de Lisina y Ornitina.	11
Figura N° 6: Formación de Tiramina a partir de Tirosina.	12
Figura N° 7: Diagrama de proceso de obtención de aceite de residuo pescado.	26

RESUMEN

El aprovechamiento y la transformación de subproductos de la industria pesquera para un uso eficiente de estos recursos naturales ayuda a mitigar el impacto ambiental. Los residuos estudiados procedentes del puerto Eduardo son Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*). El objetivo de la presente investigación es evaluar y determinar el rendimiento de la obtención de aceite refinado a partir de los desechos de pescado procedentes del puerto Eduardo – Iquitos. Se realizó una investigación cuantitativa, correlacional y experimental. Concluyendo que el tratamiento de desechos de pescado, basándose en las operaciones unitarias con los que se trabaja influye significativamente en el rendimiento de la obtención de aceite refinado, con coeficiente de correlación y determinación ($r = 0.999$ y $R^2 = 0.999$). La cantidad promedio de residuos es de 1512.65 con un rendimiento de la extracción de aceite siendo 17.11%. Con respecto a la predominancia de la Mota (*Calophysus macropterus L.*) son: densidad, índice de acidez, grado de acidez e índice de saponificación, con respecto a la predominancia de la Llambina (*Potamorhina altamazonica*) son: humedad, índice de peróxido y peso molecular. Las características fisicoquímicas promedios son: 0.035 % de humedad, 0.9128 g/mL de densidad, 6.48 mg KOH/ g grasa de índice de acidez, 10.07 % de ácido oleico de grado de acidez, 107.21 mEq O₂/ kg aceite de índice de peróxido, 411.68 mg KOH/ g de aceite de índice de saponificación, y 414.72 g/mol de peso molecular.

Palabras Clave: Residuos, Rendimiento, Caracterización fisicoquímica.

ABSTRACT

The use and transformation of by-products from the fishing industry for efficient use of these natural resources helps mitigate the environmental impact. The waste studied from Puerto Eduardo is Mota (*Calophysus macropterus L.*) and Llambina (*Potamorhina altamazonica*). The objective of this research is to evaluate and determine the performance of obtaining refined oil from fish waste from the Eduardo – Iquitos port. A quantitative, correlational and experimental research was carried out. Concluding that the treatment of fish waste, based on the unit operations with which we work, significantly influences the performance of obtaining refined oil, with a correlation and determination coefficient ($r = 0.999$ and $R^2 = 0.999$). The average amount of waste is 1512.65 with the oil extraction yield being 17.11%. With respect to the predominance of Mota (*Calophysus macropterus L.*) they are: density, acidity index, degree of acidity and saponification index, with respect to the predominance of Llambina (*Potamorhina altamazonica*) they are: humidity, peroxide index and molecular weight. The average physicochemical characteristics are: 0.035% humidity, 0.9128 g/mL density, 6.48 mg KOH/g fat acid value, 10.07% oleic acid acid value, 107.21 mEq O₂/kg oil peroxide value, 411.68 mg KOH/ g of oil saponification index, and 414.72 g/mol molecular weight.

Keywords: Residues, Yield, Physicochemical Characterization.

INTRODUCCIÓN

En la región Loreto la práctica ambiental para el desarrollo razonable del sector pesquero es una exigencia indispensable que garantice condiciones adecuadas y seguras de las actividades ligadas a este sector, que busquen una mejora en cuanto al entorno socio – económico, ambiental y sanitario.

La adopción de técnicas que mejoren el aprovechamiento y la transformación de los productos derivados de la industria pesquera para el uso efectivo de estas riquezas naturales es una alternativa que ayude a aplacar el impacto ambiental generado por los productos obtenidos. Los desechos de pescado son obtenidos al momento de la comercialización mayorista; este producto es una fuente importante en cuanto a contenido de cantidad y calidad de proteínas de un alto valor nutricional para la alimentación animal.

La búsqueda y desarrollo de técnicas para la generación de subproductos a partir de los desechos de pescado constituye una solución eficiente que ayude a mitigar el impacto ambiental y genere un valor agregado a este subproducto.

Los desechos de pescado y sus componentes han sido utilizados en mezcla con ácidos orgánicos e inorgánicos (ensilados), para la obtención de fuentes de suplementación para alimentos concentrados de animales.

Los residuos generados diariamente en los centros de abasto tienen un bajo nivel de aprovechamiento, el surgimiento de enfermedades causadas a la población humana y animal por estos residuos, nos hacen tomar conciencia y analizar técnicas que contribuyan directamente a la solución estos problemas.

El presente trabajo es relevante y factible por tratarse de una problemática actual y de preocupación a futuras generaciones, cuyos resultados orientaran a la utilización de los productos de la pesquería de peces de río en procesos productivos.

Esta investigación tiene por problema general lo siguiente: ¿Cuál es el rendimiento en la obtención de aceite refinado a partir de los desechos de pescado procedentes del puerto Eduardo – Iquitos?; y las específicas son: 1.¿cuáles son las operaciones unitarias para obtener aceite refinado a partir de los desechos de pescado? 2.¿Cuáles son las características físicas y químicas del aceite refinado obtenido a partir de desechos de pescado?

Esta averiguación es de índole cuantitativa debido a su naturaleza, tiene un enfoque correlacional y sigue un diseño experimental. La hipótesis general de la investigación es que: El tratamiento de desechos de pescado, basándose en las operaciones unitarias con los que se trabajara, influye significativamente en el rendimiento para la obtención de aceite de pescado; la misma que es estudiada de manera detallada por intermedio de las hipótesis específicas y que se mencionan a continuación: Las operaciones unitarias seleccionadas tendrán algún efecto significativo en las características físicas y químicas del aceite refinado a partir de desechos de pescado.

Este estudio servirá para colaborar con la región Loreto, el valor que le damos a los subproductos generados por la pesca, son relativamente inexistentes. Teniendo en cuenta la disponibilidad de vísceras de pescado, su contenido proteico y el impacto que genera al ambiente. La utilización de vísceras de pescado para la extracción de aceite puede constituir una solución viable a la problemática ya mencionada, teniendo en cuenta que este problema ya fue afrontado en otros países del mundo. En Latinoamérica el mayor productor de aceite de pescado es el Perú. Sin embargo, se encuentran muy pocos estudios sobre las propiedades funcionales de las proteínas y usos de aceites de peces de agua dulce.

La relevancia académica y teórica de la investigación contribuye al desarrollo personal de los estudiantes tanto a nivel de pregrado como de posgrado. Este procedimiento favorece el fortalecimiento de habilidades, permitiendo a los estudiantes adquirir la capacidad de identificar problemas y proponer soluciones, así como de desarrollar perspectivas sobre temas específicos.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.

Durand, (2019), En su trabajo de investigación titulado “Valoración de los residuos orgánicos blandos de productos hidrobiológicos del mercado pesquero palomar – Arequipa-2019”, el objetivo fue dar valor a los residuos orgánicos blandos generados durante la comercialización de productos hidrobiológicos en el mercado pesquero Palomar, la investigación fue de tipo experimental correlacional, se caracterizó los residuos hidrobiológicos blandos en base a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, estimándose una cantidad de residuos blandos hidrobiológicos de 168.14 kg/día (0.337 m³/día), representando el 91% de los residuos de la venta total, posterior se realizó la preparación de los ensilados biológicos de residuos, siguiendo los siguientes pasos, recepción de residuos, lavado, cocción, mezclado, molienda, envasado, la composición química proximal obtenida fue 10.90% a 15.70% de proteínas, 69.97% a 72.62% de humedad, 1.06% a 1.70% de grasa, 1.87% a 2.45% de ceniza, 0.53% a 0.55% de fibra cruda, 8.22% a 14.43% de carbohidratos y 105.22 a 116 kilocalorías (Durand Ordiales 2019)

Haz (2019), En su trabajo de investigación titulado “Modelo de negocio para elaboración de aceite de cocina a base de desechos de pescados para el consumidor final en la ciudad de Guayaquil. Año 2019”, el propósito fue crear un modelo de negocio enfocado en la producción y venta de un aceite de cocina elaborado a partir de residuos de pescado, de carácter mixto, es decir exploratoria y descriptiva con enfoque cuantitativo y cualitativo, con una muestra de 384 habitantes de la ciudad de Guayaquil (hombres y mujeres, de 18 a 65 años de edad, población económicamente activa), describe el proceso de elaboración del aceite a través de la siguientes etapas: embarcación, recepción de la materia prima, cocción y prensado (torta de prensa sólida, liquido de

prensa), centrifugado (aceite crudo de pescado, agua de cola), refinación y desgomado, neutralizado, desodorizado, almacenamiento en tanques, envasado, los resultados indican que la aceptación del aceite de cocina a base de pescado es del 22.7 % de la población, que principalmente es usado para la elaboración de pinturas, barnices, resinas, como combustible, elaboración de margarinas y mantecas (Haz Correa 2019)

Bonilla y Hoyos, (2018), En su trabajo de investigación titulado “Método de extracción, refinación y concentración de aceite de pescado como fuente de ácidos grasos omega-3”, la meta fue llevar a cabo una revisión exhaustiva de estudios y progresos desde el año 2000 sobre la extracción de aceite de pescado de distintas especies, su proceso de refinación y concentración de ácidos grasos, analizando las técnicas de extracción que incluyen tecnologías tradicionales, como el prensado en húmedo (más utilizado para la producción a escala industrial: cocción del pescado, prensado, decantación y centrifugación) y extracción por solventes (aplicado para propósitos analíticos, pero no para producción industrial, a causa del uso de sustancias con restricciones en la industria alimentaria), hasta propuestas recientes, como fluidos supercríticos (uso de temperatura moderada, libre de oxígeno y extracción de lípidos de baja polaridad, tienen una viscosidad más baja, mejora la transferencia de masa y reduce el tiempo de extracción) y ensilaje de pescado (ensilaje químico, ensilaje enzimática, ensilaje biológico), de la misma manera en la refinación se realiza con métodos tradicionales (desgomado, neutralización, blanqueado y desodorizado) y nuevas tecnologías (procesos enzimáticos), con respecto a la concentración de ácidos grasos, existen varias técnicas, entre las que se encuentran la hibernación (cristalización parcial del aceite mediante enfriamiento controlado), técnicas enzimáticas, separación mediante fluidos supercríticos y métodos cromatográficos, concluyendo que el aceite de pescado se considera una fuente principal de ácidos grasos (Bonilla-Méndez, Hoyos-Concha 2018)

Lúque, (2018), En su trabajo de investigación titulado “Aprovechamiento de residuos pesqueros generados en la Ciénega de Zapatosa para la producción de harina de vísceras de pescado”, tuvo como objetivo utilizar los residuos pesqueros producidos en la Ciénega de Zapatosa, Cesar, para fabricar harina de vísceras de pescado destinada a la alimentación animal, estimándose como materia prima para ello cerca de 4000 toneladas de residuos pesqueros para ser aprovechadas, y mediante operaciones unitarias de recepción de vísceras, adecuación, cocción (durante 30 minutos con vapor entre 95 °C a 100°), prensado, decantación (centrifuga a 2500 rpm, secado (circulación de aire forzado constante a 48 °C entre 15 a 20 horas), enfriamiento (hasta 25 °C a 30 °C durante 2 horas), molienda (con revoluciones de 5500 y 6000 rpm posterior tamiz malla N° 40), envasado y almacenamiento (a 35 °C), se obtuvo la harina, evaluándose su composición nutricional y parámetros microbiológicos, su digestibilidad es un 80%, su nivel de proteína del 54%, concluyendo que los residuos pesqueros en la Ciénega de Zapatosa existe material disponible para ser utilizado en la producción de harinas, ensilajes y/o aceites. (Lúquez Pérez 2018).

Llerena y Aranda (2017), En su investigación titulado “Extracción y caracterización del aceite crudo obtenido de un hidrolizado enzimático de residuos fresco de anchoveta”, el objetivo de la investigación fue emplear un método menos agresivo que la extracción por presión húmeda, la cual no mantiene las propiedades biológicas originales. Los residuos de anchoveta fueron evaluados en cuanto a humedad, contenido de proteína, grasa cruda y cenizas siguiendo las normas de la FAO, para el procesamiento se realizó partido de las cabezas, vísceras y cola, mezclado de los residuos, envasado (a -25 °C), descongelación, (máximo 15 minutos), hidrolisis enzimática, centrifugado (2000 rpm por 15 minutos), almacenamiento del aceite (a -25 °C), la composición proximal para la cabeza, vísceras, cola y

materia prima son: cabeza (76.52 % de humedad, 13.17% de Proteína, 5 % de grasa y 4.98 % de cenizas), vísceras (76.20 % de humedad, 15.34 % de Proteína, 6.11 % de grasa y 2.23 % de cenizas), cola (72.03 % de humedad, 15.32 % de Proteína, 3.97 % de grasa y 8.33 % de cenizas) y materia prima (76.84 % de humedad, 14.03 % de Proteína, 4.95 % de grasa y 4.15 % de cenizas), se cuantifico que el proceso desarrollado logro extraer 67.25 a 71.26 % de la grasa de residuos frescos de anchoveta (Llerena Daza, Aranda Pariasca 2017)

1.2. Bases teóricas.

1.2.1 Aceite de pescado

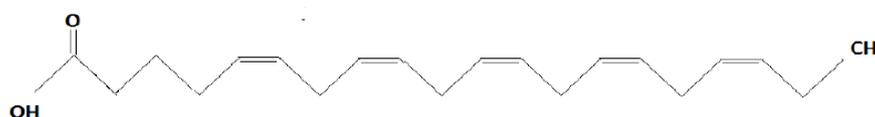
Se trata de un valioso producto con un elevado contenido nutricional. Inicialmente considerado como un "subproducto" de la producción de molienda de pescado, la cual es de esencial importancia en la alimentación de animales, este subproducto, antes descartado, empezó a ser utilizado en la elaboración de pinturas, barnices, resinas, y ocasionalmente como comburente. Posteriormente, se incorporó en la elaboración de grasas y margarinas mediante hidrogenación, y más tarde se utilizó en la preparación de aceites comibles, mezclándolo semihidrogenado y fragmentado en diversas proporciones con aceites vegetales. No obstante, el hallazgo de las propiedades beneficiosas de los ácidos grasos omega-3, presentes en altas proporciones en los aceites marinos, y su aplicación en la alimentación de especies acuícolas, especialmente en el caso del salmón y la trucha, ha convertido al óleo de pescado en un producto escaso, altamente valorado comercialmente y con una creciente demanda debido a sus propiedades nutricionales. (Haz Correa 2019)

Figura N° 1: Ácidos grasos en aceite de pescado

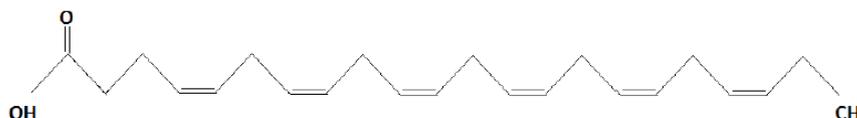
Nombre	Ácidos grasos	Área (%)
Eicosapentaenoico - EPA	C20: 5 ω 3	7.10
Docosahexaenoico - DHA	C22: 6 ω 3	26.40
Demás ácidos grasos	C14:0 al C22:5	66.50

Fuente: (Haz Correa 2019)

Figura N° 2: Estructura de los ácidos grasos polinsaturados EPA y DHA



Ácido eicosapentaenoico EPA (C 20: 5n-3)



Ácido docosahexaenoico DHA (C 22:6n-3)

Fuente: (Bucio López 2015)

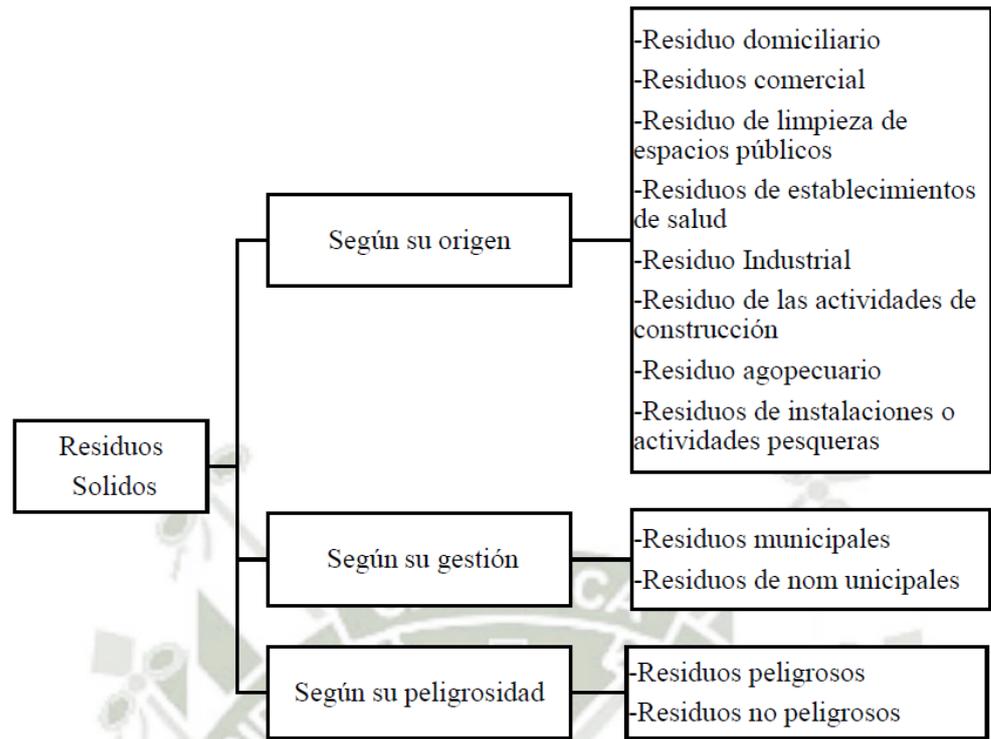
1.2.2 Residuos Sólidos (RS)

"Se define como Residuos Sólidos aquellos productos o subproductos que, aunque no se consideran peligrosos, son descartados y pueden ser reutilizados o necesitan someterse a procesos de tratamiento y disposición final. Estos residuos pueden ser inertes, como vidrios y metales, orgánicos biodegradables, frutos, verduras y restos de poda, entre otros."

Los desechos macizos generan diversos impactos ambientales, entre los cuales se incluyen la generación de olores desagradables, el riesgo de incendios (especialmente porque los residuos fermentables tienden a autoinflamarse fácilmente), la polución del suelo, del aire y de las aguas (tanto superficiales como subterráneas). Además, propician la

propagación de enfermedades y contribuyen al deterioro y degradación de los paisajes. La clasificación de los residuos sólidos puede realizarse según su origen, gestión y nivel de peligrosidad (ver Figura N° 3). (Durand Ordiales 2019)

Figura N° 3: Clasificación de los residuos sólidos



Fuente: (Durand Ordiales 2019)

1.2.3 Residuos Pesqueros

En años anteriores, los residuos eran un problema para las industrias, ya que se consideraban de escaso valor comercial y cualquier método de eliminación o manejo generaba altos costos. Sin embargo, en las últimas décadas ha surgido un aprovechamiento eficaz de subproductos de origen animal, impulsado por factores económicos, regulaciones ambientales y avances industriales. Además, para las industrias es prioritario reducir el volumen de residuos y las pérdidas derivadas de sus procesos de elaboración de productos de pescado. aumento en el consumo. Además, las industrias que procesan productos fileteados y enlatados de ciertas especies de interés

comercial generan grandes cantidades de residuos con valor industrial. Por ello, a nivel mundial se han adoptado diversas técnicas industriales para conservar y mejorar el producto final. En estas técnicas, los peces se someten a procesos como el salado y las semiconservas, generando desechos aprovechables en cada etapa, especialmente para la alimentación animal (Lúquez Pérez 2018)

Las actividades de procesamiento y manipulación de productos derivados del pescado, así como las tareas de eviscerado y comercialización de peces recién capturados, generan una cantidad considerable de residuos, que pueden representar hasta el 70% del peso inicial, dependiendo del tipo de procesamiento. tamaño y especie. Esto destaca la necesidad de aplicar tecnologías que permitan aprovechar esa proteína mientras se minimizan los impactos ambientales. Según algunos estudios, la distribución de los residuos de la tilapia nilótica es la siguiente: aproximadamente el 15% corresponde a la cabeza, el 11% a la piel y escamas, el 35% a los huesos, cola y aletas, y el 10% a las vísceras, quedando el 29% restante como filete utilizable (Lúquez Pérez 2018).

1.2.4 Impacto Ambiental de los residuos Pesqueros

La actividad pesquera industrial consume volúmenes significativos de agua, y los residuos resultantes, con una elevada demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO), se descomponen fácilmente, generando olores desagradables. Por lo general, estas instalaciones se ubican en proximidad a fuentes de materias primas, como cuerpos de agua de donde se extraen productos hidrobiológicos. Utilizan grandes cantidades de agua en sus procesos, y al finalizar, descargan sin tratamiento alguno sus aguas residuales en los mismos masas de agua de origen.

Es necesario consignar los desechos sólidos hidrobiológicos en un vertedero sanitario equipado con barreras impermeables. Esto se realiza con el fin de prevenir la contaminación de las aguas subterráneas a

través de los lixiviados, así como para evitar la generación de olores desagradables y el surgimiento de especies oportunistas.

Tan pronto como se extrae el producto hidrobiológico, comienza el proceso de descomposición. Este incluye la carga bacteriana natural del producto y la introducida durante las prácticas de manejo después de la captura.

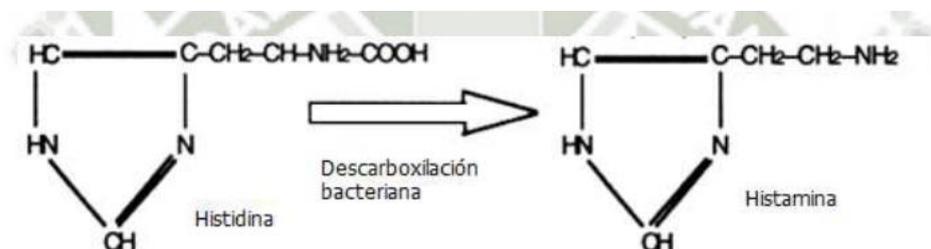
Las bacterias patógenas producen enzimas descarboxilasas que descomponen las proteínas presentes en productos hidrobiológicos. Estas enzimas, llamadas amino descarboxilasas de origen bacteriano, convierten las proteínas en aminoácidos y posteriormente en aminas. Algunas aminas biogénicas relevantes a monitorear en alimentos destinados al uso animal son agmatina, cadaverina, putrecina y tiramina. Estas aminas volátiles son responsables de la generación del mal olor durante el proceso de descomposición de los recursos hidrobiológicos. (Durand Ordiales 2019)

Algunas de las aminas más relevantes producidas durante el proceso de descomposición de productos hidrobiológicos son las siguientes:

a. Histamina

Si son consumidos en un estado deteriorado, pueden resultar altamente tóxicos y provocar problemas gastrointestinales, cutáneos y neurológicos.

Figura N° 4: Formación de Histamina

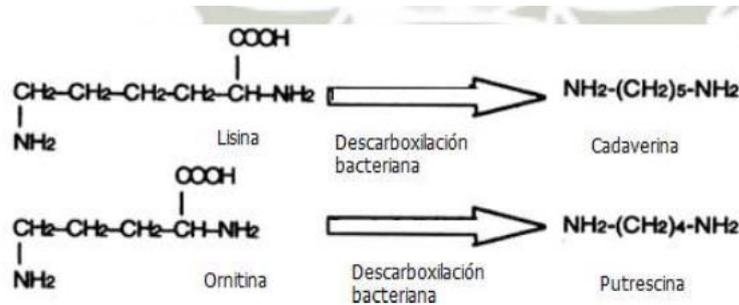


Fuente: (Durand Ordiales 2019)

b. Putrecina y cadaverina

Aunque no exhiben una actividad biológica significativa por sí mismos, tienen la capacidad de potenciar la acción dañino de la histamina.

Figura N° 5: Formación de Putrecina y Cadaverina a partir de Lisina y Ornitina



Fuente: (Durand Ordiales 2019)

c. Tiramina

Incrementa la actividad cardíaca, lo que resulta en un aumento de la presión arterial central. Además, puede provocar intensos dolores de cabeza y reducir la circulación en el tracto intestinal, así como la ingesta voluntaria de alimentos, ya que ejerce su influencia a nivel cerebral como una señal natural de satisfacción alimentaria.

Figura N° 6: Formación de Tiramina a partir de Tirosina



Fuente: (Durand Ordiales 2019)

1.2.5 Utilización de residuos de pescado para alimentación animal

En años recientes, los residuos de pescado han ganado importancia en el campo de la alimentación animal, ya que constituyen una opción viable a nivel nutricional debido a su alto contenido de proteínas,

minerales y energía, además de su eficacia biológica. Por ello, Estos residuos son considerados una de las materias primas principales para la fabricación de alimentos balanceados para animales. Otro aspecto relevante en su uso es la posibilidad de producir alimentos completos y equilibrados a un costo reducido (Lúquez Pérez 2018).

Los subproductos del procesamiento del pescado representan una valiosa fuente de aceite de pescado que podría ser aprovechada como una fuente de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs, por sus siglas en inglés). Diversas investigaciones se centran en desarrollar métodos que mejoren la concentración de estos ácidos grasos, utilizando la formación de complejos de urea para concentrar ácidos grasos poliinsaturados a partir del aceite de pescado obtenido de la piel, vísceras y músculos.

Las técnicas de extracción de aceite de pescado se pueden dividir en tres categorías principales: físicas, químicas y biológicas. En los métodos físicos se incluyen procesos como la homogeneización, el calentamiento, la aplicación de presión y el filtrado. Por otro lado, los procesos biológicos comprenden extracciones enzimáticas de aceite y la producción de ensilado mediante el uso de enzimas, ya sea provenientes de la autólisis de residuos de vísceras de pescado o de fuentes externas mediante hidrólisis. En cuanto a los procesos químicos, implican el uso de disolventes, los cuales pueden ser tóxicos y llevar a la desnaturalización de las proteínas, resultando en la pérdida de propiedades funcionales. (Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica - DIDITT 2018)

1.2.6 Refinado de aceite de pescado

Un aceite refinado destinado al consumo humano debe cumplir con ciertas especificaciones, tales como un sabor y olor suaves, una apariencia limpia con tonalidad clara, y debe conservar su estabilidad ante la oxidación, siendo adecuado para fines de fritura. En cuanto al proceso de refinado, se lleva a cabo mediante dos sistemas: el alcalino

y el físico, este último incluye la destilación por arrastre de vapor y la neutralización destilativa, utilizada para extraer los ácidos grasos libres. (Cedeño Vincés, Riera Muñoz 2022)

El procedimiento tradicional de refinado alcalino generalmente involucra lo siguiente:

1. Desgomado con H₂O
2. complemento de ácido fosfórico o cítrico
3. Neutralización de ácidos grasos libres
4. Blanqueamiento y desodorización, o destilación con vapor a bajas presiones y altas temperaturas

1.2.7 Propiedades fisicoquímicas del aceite de pescado

Color y olor

El aceite de pescado exhibe un color de gradación amarillo claro, tiene una apariencia líquida transparente y emite un suave aroma a marisco.

Densidad Relativa a 25°C

La densidad es la comparación entre el cuerpo de una cantidad específica de una sustancia a 25°C y la masa equivalente de agua a la misma temperatura. La determinación de esta densidad se llevará a cabo siguiendo las pautas establecidas en la Norma técnica, donde las unidades deben ser indicadas en g/ml. Este precepto tiene como finalidad establecer el procedimiento del picnómetro para calcular la densidad relativa a 25°C de grasas y aceites de origen vegetal o animal. (INACAL 2016).

Acidez libre (como ácido oleico)

La acidez en grasas o aceites se refiere a la porción de ácidos grasos libres presentes, expresada típicamente en gramos de ácido oleico, láurico o erúcico por cada 100 gramos de la sustancia. El índice de acidez representa los miligramos de hidróxido de potasio necesarios

para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en 1 gramo de grasa o aceite.

Se seguirá la norma técnica, la cual tiene como objetivo establecer el procedimiento para determinar la acidez o el índice de acidez en grasas y aceites de origen animal o vegetal. (INACAL 2016).

Índice de anisidina

Por convención, el índice de anisidina se determina como cien veces el incremento de absorbancia, medido a una longitud de onda de 350 nm en una celda de 10 mm, en una solución que reacciona con p-anisidina bajo las condiciones especificadas en la norma NTE INEN-ISO 6885:2013. Este índice, sin dimensiones, se calcula y reporta sobre la base de 1 gramo de muestra disuelto en 100 ml de una mezcla de solvente y reactivo.

Para el análisis, la solución se prepara en iso-octano (2,2,4-trimetilpentano) y se mezcla con una solución de p-anisidina en ácido acético. El aumento de absorbancia a 350 nm se registra y luego se utiliza para calcular el índice de anisidina (IEN 2013).

Índice de peróxidos

El Índice de peróxidos se define como la proporción de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, calculado según lo establecido en la Norma técnica. Este índice implica la evaluación del yodo liberado por una cantidad específica de muestra mediante la titulación con una solución de tiosulfato de sodio. (INACAL 2011)

Índice de oxidación total (Totox).

Es un parámetro de evaluación internacional normalizado que señala el nivel de frescura o deterioro en un aceite de pescado. A medida que el valor de Totox aumenta, se indica un mayor grado de rancidez en el aceite. Para calcular el índice de oxidación total (Totox), se emplea la fórmula (1) que se presenta a continuación:

Índice de oxidación total (Totox) = 2 x índice de peróxido + índice de anisidina (1)

Perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases

La cromatografía es una técnica de separación ampliamente utilizada debido a su versatilidad y facilidad de manejo, extendiendo su aplicación en diversos campos de la investigación científica e industrial. Se ha convertido en una herramienta esencial para evaluar la calidad de la materia prima y los productos antes de su lanzamiento al mercado.

La cromatografía de gases permite la separación, identificación y cuantificación de componentes en mezclas complejas con similitudes notables entre ellos, lo cual sería impracticable con otros métodos. Además, posibilita la detección de sustancias en concentraciones tan bajas como 10-12 mg/L, así como el análisis de componentes altamente concentrados, alcanzando hasta un 90%.

Dada la complejidad estructural de los ácidos grasos y las limitaciones de los métodos de tradicionales, la cromatografía de gases es fundamental para determinar su perfil. En este método, la muestra se volatiliza e inyecta en la entrada de una columna cromatográfica, que es un tubo recubierto de un polímero líquido. El análisis mediante cromatografía de gases se realiza de la siguiente manera:

La muestra se prepara para obtener un extracto concentrado con los analitos deseados, convirtiendo los triglicéridos en ácidos grasos y luego en ésteres de metanol en lugar de glicerol.

Se inyecta la muestra en forma líquida en la columna mediante una microjeringa, atravesando una membrana.

La muestra pasa a una cámara de vaporización instantánea ubicada en la entrada de la columna.

Un flujo continuo de gas de arrastre (helio) transporta la muestra en estado de vapor a lo largo de la columna, desplazándola desde el inyector hasta el detector. La columna se mantiene a una temperatura

constante en un horno para asegurar un flujo uniforme y constante de los analitos.

Cada soluto en la mezcla se mueve a una velocidad específica, determinada por sus propiedades físicas y químicas, como el peso molecular, punto de ebullición y polaridad.

1.3. Definición de términos básicos.

a) Aceite.

Mezcla de ésteres triglicéridos de ácidos grasos, pueden ser de origen animal y vegetal.

b) Caracterización fisicoquímica

Hace referencia al conjunto de técnicas y procedimientos empleados para examinar y detallar las propiedades físicas y químicas de una sustancia o material.

c) Desechos de Pescado

Son aquellos pescados que, al momento de ser comercializados, son separados de esta actividad, debido a su descomposición biológica debido a la exposición que sufre, por una manipulación indebida en el momento del transporte.

d) Método de extracción

Técnica utilizada para separar o recuperar una sustancia específica de una mezcla. Este proceso es comúnmente empleado en química, bioquímica, farmacología y otras disciplinas científicas.

e) Omega 3.

Tipo de ácido graso poliinsaturado, considerados esenciales porque el cuerpo no puede producirlos.

f) Operación unitaria

Es una etapa o paso individual y específico en un proceso de ingeniería química o en la producción industrial que involucra la transformación física o química de materiales. Estas operaciones unitarias son acciones fundamentales que forman parte de un proceso más amplio y están diseñadas para realizar una tarea específica en el manejo de materias primas, productos químicos, energía, o para la separación y transformación de sustancias.

g) Prensado

Al acto o proceso de aplicar presión para compactar o comprimir algo, generalmente un material flexible o deformable. Puede tener aplicaciones en diversos campos, desde la fabricación de productos hasta procesos industriales y artesanales.

h) Puerto

Una instalación costera que proporciona instalaciones y servicios para el atraque, carga y descarga de barcos y otras embarcaciones. Es un lugar donde se lleva a cabo el intercambio de mercancías y pasajeros entre barcos y tierra.

i) Refinado de aceite

Es un proceso industrial destinado a purificar y mejorar la calidad de los aceites vegetales o animales. Este proceso se aplica comúnmente a los aceites comestibles que se utilizan en la cocina y en la fabricación de alimentos. El refinado tiene como objetivo eliminar impurezas, sabores desagradables, compuestos no deseados y mejorar la estabilidad del aceite.

j) Subproducto.

productos derivados de animales u otros elementos obtenidos a partir de animales, los cuales no están destinados para el consumo humano. Esto abarca embriones, ovocitos y espermatozoides.

CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS.

2.1. Formulación de la hipótesis

2.2.1. HIPÓTESIS GENERAL.

El tratamiento de desechos de pescado, basándose en las operaciones unitarias con los que se trabajara, influye significativamente en el rendimiento para la obtención de aceite de pescado.

2.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

1. Las operaciones unitarias seleccionadas tendrán algún efecto significativo en las características físicas y químicas del aceite refinado a partir de desechos de pescado.

2.2. Variables y su operacionalización

3.2.1. Variables.

a) Variable dependiente

Caracterización y análisis.

Definición conceptual

La caracterización y análisis del aceite de pescado se refieren al conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para evaluar y describir las propiedades físicas, químicas de este tipo de aceite.

Definición operacional

La variable "Caracterización y análisis" será evaluada a través de los siguientes aspectos:

- 1) Humedad;

- 2) Densidad;
- 3) Índice de acidez;
- 4) Grado de acidez;
- 5) Índice de Peróxido;
- 6) Índice de saponificación;
- 7) Peso molecular

b) Variable independiente

Método de extracción del aceite de pescado.

Definición conceptual

Es el procedimiento más comúnmente empleado a nivel industrial para la producción, y se ejecuta principalmente en cuatro fases: cocción del pescado, prensado, decantación y centrifugación.

Definición operacional

La variable “método de extracción del aceite de pescado” será evaluada a través del siguiente aspecto:

- 1) rendimiento del método;

3.2.1. Indicadores.

- Variable dependiente
 - ✓ Humedad.
 - ✓ Densidad.
 - ✓ Índice de acidez.
 - ✓ Grado de acidez
 - ✓ Índice de Peróxido.
 - ✓ Índice de saponificación.
 - ✓ Peso molecular.

- Variable independiente
 - ✓ Rendimiento del método

3.2.1. Operacionalización de variable.

Tabla N° 1. Variables y su operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTO
1. Dependiente					
Caracterización y análisis	La caracterización y análisis del aceite de pescado se refieren al conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para evaluar y describir las propiedades físicas, químicas de este tipo de aceite.	La variable "Caracterización y análisis" será evaluada a través de los siguientes aspectos: 1) Humedad; 2) Densidad; 3) Índice de acidez; 4) Grado de acidez; 5) Índice de Peróxido; 6) Índice de saponificación; 7) Peso molecular	Humedad	%	NTP 209.004:1968 ASTM D 1298 NTP 209.005:1968 NTP 209.006:1968 NTP 209.058:1980
			Densidad	g/mL	
			Índice de acidez	mg KOH/g grasa	
			Grado de acidez	% de ácido oleico	
			Índice de Peróxido	mEq O ₂ /Kg aceite	
			Índice de saponificación	mg KOH/g aceite	
			Peso molecular	g/mol	
2. Independiente					
Método de extracción del aceite de pescado	Es el procedimiento más comúnmente empleado a nivel industrial para la producción, y se ejecuta principalmente en cuatro fases: cocción del pescado, prensado, decantación y centrifugación.	La variable "método de extracción del aceite de pescado" será evaluada a través del siguiente aspecto: 1) rendimiento del método;	Rendimiento del método	% de aceite extraído	Método de prensado húmedo

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación está enmarcada en un enfoque cuantitativo y se clasifica como de nivel correlacional.

3.1.2. Diseño de investigación

Dada la naturaleza de la investigación, el diseño adoptado para este estudio es experimental a nivel de laboratorio, ya que se sometieron a experimentos los elementos que forman parte de la investigación. La recopilación de datos se llevó a cabo en un solo momento y durante un periodo único. La estructura de este diseño se presenta a continuación:

- Recepción de materia prima (residuos de pescado).
- Almacenamiento de la materia prima.
- Lavado de la materia prima.
- Cocción.
- Filtrado.
- Prensado.
- Centrifugado.
- Refinado del aceite.
- Blanqueamiento del aceite.
- Análisis Físicoquímico.

a) Recepción de la materia prima (residuos de pescado)

La materia prima que se utilizó en la experimentación fue residuos de pescado los cuales fueron recolectados en el Puerto Eduardo ubicado en el norte de la ciudad de Iquitos. Se procedió

a la recolección de 5 kg de residuos. Posterior a eso, se procedió a almacenar los residuos de pescado en una hielera a -10°C para evitar la putrefacción.

b) Almacenamiento de la materia prima

Las bacterias presentes en el pescado fallecido se reproducen de manera acelerada a temperaturas elevadas, pero su actividad microbiana se detiene por completo a bajas temperaturas. Para preservar la materia prima, es esencial utilizar una cantidad significativa de hielo, ya que esto inactiva por completo las bacterias, permitiendo que el pescado conserve sus características y propiedades durante extensos periodos.

Por lo tanto, se optó por mantener la materia prima congelada en una funda.

c) Cocción

La degradación del pescado es principalmente ocasionada por la actividad microbiológica y enzimática. Para interrumpir este proceso, es esencial exponer el pescado a temperaturas superiores a $90-100^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 10 a 15 minutos, cumpliendo con los estándares para una cocción óptima. El proceso de cocción tiene tres objetivos fundamentales: esterilización, coagulación de proteínas y liberación de lípidos. La coagulación de las proteínas permite que el pescado resista la presión necesaria durante el prensado para separar el agua y el aceite. Los elementos o dispositivos empleados en este procedimiento son el termómetro y la plancha de calentamiento.

d) Filtrado

Se utiliza la filtración para separar los componentes sólidos de los líquidos generados durante la cocción, empleando un colador de acero inoxidable. Este proceso consiste en verter la mezcla sólido-líquido sobre un filtro que permite el paso del líquido mientras retiene las partículas sólidas. Una vez filtrados los residuos de pescado cocidos, se obtienen dos fases: una fase sólida, que luego se somete a prensado para extraer la mayor cantidad de líquido posible, y una fase líquida compuesta por una mezcla de aceite, agua y una pequeña proporción de sólidos.

e) Prensado

El objetivo del prensado es maximizar la separación de los líquidos presentes en la fase sólida (masa). Una extracción eficaz aumenta la producción de aceite y reduce la humedad en la masa. Durante esta etapa del proceso, se separa el residuo sólido del líquido para su tratamiento posterior. Este último comprende una combinación de aceite, sólidos insolubles, sólidos solubles y una significativa cantidad de agua.

f) Centrifugado

La centrifugación es un proceso sencillo, controlable y sanitario que destaca por su capacidad para procesar materiales blandos y poco viscosos que resultan difíciles de prensar. El equipo utilizado en este proceso es una centrífuga, que funciona a 3600 rpm durante un periodo de 20 minutos. El líquido obtenido se separa en tres capas: el aceite en la superficie, seguido de agua con sustancias disueltas en el centro, y los sólidos en el fondo. Luego, el aceite se recoge usando una pipeta de 10 ml y se transfiere a un matraz Erlenmeyer.

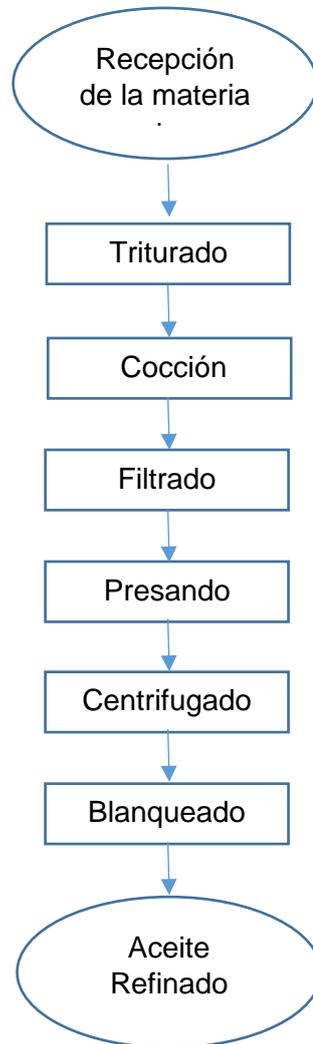
g) Refinado del aceite

Para que un aceite sea clasificado como doble, la FAO indica que el proceso de refinación debe incluir cinco etapas: desgomado, incorporación de ácido fosfórico o cítrico, neutralización, blanqueo y desodorización.

h) Blanqueamiento del aceite

El aceite puede presentar impurezas que le otorgan un color y olor no deseados, por lo que se somete a un proceso de decoloración para obtener un aceite claro y limpio mediante la eliminación de estas impurezas. Este proceso se realiza en un decantador donde se coloca el aceite; a través de una válvula, el aceite se dirige a un filtro con un material absorbente, en este caso, carbón activado. El carbón activado absorberá y retendrá las impurezas, purificando así el aceite.

Figura N° 7: Diagrama de proceso de obtención de aceite de residuo pescado



Fuente: Elaboración propia

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población del presente estudio de investigación comprende a todos los residuos de pescado procedentes del embarcadero del Puerto Eduardo.

3.2.2. Muestra

Las muestras consistirán en 5000 gramos de desechos de pescado, que se dividirán más adelante en submuestras para llevar a cabo análisis específicos y someterlas al proceso de extracción de aceite.

3.3. Técnicas e instrumentos.

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Las metodologías utilizadas para recopilar datos en el presente estudio incluirán las siguientes técnicas:

a) Etapa de campo

Las muestras se llevaron al laboratorio en bolsas de plástico que se recogieron del Puerto Eduardo.

b) Etapa de laboratorio

- Rendimiento de la extracción de aceite.
- Caracterización del aceite.

c) Etapa de gabinete

- Análisis documental
- Codificación y tabulación
- Ordenamiento y control
- Análisis estadístico de relación, promedio, porcentajes e índices
- Relación de variables
- Tablas y gráficos

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para recopilar datos que respaldarán la investigación propuesta son los siguientes:

- Balanza analítica
- Estufa
- Termómetro
- Cocina eléctrica
- Materiales de vidrio
- Soporte universal
- Balanza analítica
- Plancha de calentamiento
- Prensa
- Centrífuga
- Decantador con soporte
- Trituradora

3.4. Procedimiento de recolección de datos

a) Para la obtención de aceite de pescado

1. Triturar los residuos de pescado en una trituradora hasta obtener una mezcla homogénea.
2. Pesar un recipiente de recipiente de 1000 ml en la balanza analítica, ajustar el valor para añadir la masa de los residuos triturados y luego proceder a pesarlos.
3. Calentar gradualmente el recipiente con la mezcla triturada sobre una plancha de calentamiento hasta alcanzar los 100 °C, manteniendo esta temperatura durante 20 minutos.
4. Filtrar de inmediato utilizando un colador de acero inoxidable para evitar la pérdida de temperatura del líquido.

5. Comprima el material sólido obtenido para extraer la mayor cantidad de líquido posible y transfíralo a un recipiente de depósito.
6. Coloque el líquido extraído sobre la plancha de calentamiento y manténgalo a 90 °C.
7. Verter el líquido en tubos de centrifuga y centrifugar a 3600 rpm durante 20 minutos.
8. Con una pipeta de 10 ml, extraiga el aceite de los tubos de la centrifuga y transfíralo a un recipiente de precipitación.
9. Coloque el decantador en su soporte y verter el aceite; Para refinarlo, coloque un embudo con papel filtro y carbón activado en un matraz Erlenmeyer debajo del decantador.
10. Al finalizar el semirrefinado, almacene el aceite en un frasco de vidrio ámbar de 1000 ml a una temperatura entre 10 y 18 °C.

b) Caracterización fisicoquímica del aceite de pescado extraído de residuos de pescado.

Los análisis fisicoquímicos que se describirán a continuación, necesarios para la caracterización fisicoquímica del aceite de pescado, se realizarán conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana.

Determinación de la densidad relativa a 25°C

La medición de la densidad se llevará a cabo siguiendo las pautas establecidas en la Norma Técnica Peruana 35, con unidades expresadas en gramos por mililitro (g/ml).

Equipos para determinar la densidad relativa 25°C

- a) Picnómetro Gay-Lussac de 50 cm³. Para productos lipídicos a 25 °C, se puede emplear un picnómetro con termómetro incorporado.
- b) Baño de agua con control de temperatura ajustado a 25°C ± 0,2°C.
- c) Estufa con regulador de temperatura.
- d) Termómetro con intervalos de 0,1° o 0,2°C.
- e) Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg.

Procedimiento para determinar la densidad relativa 25°C

- a) Calibración del picnómetro.
- b) Se requiere limpiar minuciosamente el picnómetro y llenarlo por completo con agua destilada recién hervida. Posteriormente, se enfría el agua hasta alcanzar una temperatura de 20°C, se cierra el picnómetro cuidadosamente evitando la formación de burbujas de aire y se sumerge en un baño de agua a 25°C ± 0,2°C durante 30 minutos.
- c) Con precaución, se elimina cualquier exceso de agua que pueda haberse acumulado en el capilar. Luego, se retira el picnómetro del baño, se seca meticulosamente con papel absorbente y se enfría a temperatura ambiente durante 30 minutos. Se procede a pesarlo con una precisión de aproximadamente 0,1 mg y se registra este valor como m_1 .
- d) Se vacía el contenido del picnómetro y se enjuaga repetidamente con alcohol etílico y luego con éter etílico. Después de asegurarse de que esté completamente seco, junto con todas sus partes, se pesa con una precisión de aproximadamente 0,1 mg, y se registra como el resultado de m .

Determinación para aceites 25°C

- a) Se llena el picnómetro por completo con la muestra preparada y se ajusta su temperatura a 23°C. Luego, se cierra cuidadosamente, evitando la formación de burbujas de aire, y se sumerge en un baño de agua a una temperatura de 25°C ± 0,2°C, manteniéndolo así durante 30 minutos.
- b) Es necesario agitar con cuidado cualquier porción de la muestra que se haya desplazado al capilar. Se retira el picnómetro del baño y se seca en papel absorbente. Posteriormente, se enfría a temperatura ambiente durante 30 minutos y se pesa con una precisión de aproximadamente 0,1 mg, registrándolo como m_2 . La ecuación 1 se utilizará para calcular la densidad relativa a 25°C.

$$d_{25} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \quad (1)$$

Siendo:

d_{25} = Densidad relativa a 25 °C.

m = Masa del picnómetro vacío, en g.

m_1 =Masa del picnómetro con agua destilada, en g.

m_2 =Masa del picnómetro con muestra, en g.

Determinación de Acidez libre

La medición del índice de acidez se llevará a cabo siguiendo las directrices establecidas en la Norma Técnica Peruana, con las unidades expresadas en porcentaje (%).

Materiales para determinar la acidez libre

- a) Frascos Erlenmeyer de 250 cm³ y 500 cm³.
- b) Buretas con divisiones de 0,1 cm³.
- c) Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

Reactivos para la determinación de acidez libre

- a) Se realiza la combinación de alcohol éter mediante la mezcla de un volumen igual de éter dietílico y alcohol etílico al 95% (V/V).
- b) Solución de hidróxido de sodio o de potasio de 0,1 N, la cual debe ser calibrada.
- c) Solución de hidróxido de sodio o de potasio de 0,5 N, la cual debe ser calibrada.
- d) Solución indicadora de fenolftaleína, preparada disolviendo 1 g de dicho compuesto en 100 cm³ de alcohol etílico al 95% (V/V).
- e) Solución indicadora de azul alcalino 6B, obtenida disolviendo 2 g de la muestra en 100 cm³ de alcohol etílico al 95% (V/V).

Procedimiento para determinar la acidez libre

- a) La determinación debe realizarse dos veces en la misma muestra preparada.
- b) Trasladar 300 cm³ de la mezcla (1:1) de alcohol-éter a un matraz Erlenmeyer, agregar 1 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína y,

mediante agitación constante, añadir 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio hasta que la preparación adquiera un color rosado que se mantenga durante 30 segundos. Esta cantidad de muestra permite una neutralización suficiente para llevar a cabo dos pruebas de determinación.

c) Pesar entre 5 g y 10 g de muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 cm³ con una precisión de aproximadamente 0,01 g si el producto es crudo, o entre 50 g y 60 g si el producto es refinado.

d) Añadir la mezcla (1:1) de alcohol-éter, previamente neutralizada según las indicaciones mencionadas en la transferencia de 300 cm³, a un matraz Erlenmeyer. Luego, agregar la solución indicadora de fenolftaleína y, mediante agitación constante, incorporar 0,1 N de hidróxido de sodio o de potasio hasta que la preparación muestre un color rosado persistente durante 30 segundos. Es importante notar que, en caso de que el volumen de la solución 0,1 N utilizado en la titulación sea menor a 20 cm³, se debe emplear una solución de 0,5 N de hidróxido de potasio o de sodio.

Cálculo para determinar la acidez libre

La acidez se calcula mediante la ecuación 2.

$$A = \frac{M \cdot V \cdot N}{10 \cdot m} \quad (2)$$

Siendo:

A = acidez del producto, en porcentajes de masa.

M = masa molecular del ácido usado para expresar el resultado.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio o de potasio empleado en la titulación, en cm³.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio o de potasio.

m = masa de la muestra analizada, en g.

Las masas moleculares para expresar los resultados son las siguientes:

Ácido láurico 200

Ácido palmítico 256

Ácido oleico 282

Ácido erúcico 338

Según la naturaleza de la grasa o aceite bajo análisis, la acidez debe ser indicada como un porcentaje de:

Ácido láurico, en grasas como las de coco, palma real, palmiste y similares.

Ácido palmítico, en la grasa de palma africana.

Ácido erúcico, en los aceites de colza y algunas crucíferas.

Ácido oleico, en los demás casos.

Determinar el Índice de Acidez, expresado en miligramos de hidróxido de potasio por gramo de aceite (mg KOH/g aceite), utilizando el porcentaje de ácidos grasos libres mediante la aplicación de la ecuación 3.

$$\text{Índice de Acidez} = \% \text{ Ácidos Grasos libres} \times 1,99 \quad (3)$$

Índice de peróxidos

La determinación del índice de peróxidos se llevará a cabo siguiendo las pautas establecidas en la Norma Técnica Peruana, con las unidades expresadas en miliequivalentes de oxígeno por kilogramo (meq O₂/kg).

Equipos para determinar el índice de peróxidos

- a) Pipeta de Mohr con capacidad de 1 cm³.
- b) Matraz Erlenmeyer de 250 cm³ con tapón esmerilado.
- c) Balanza analítica precisa hasta 0,1 mg.

Reactivos

- a) Mezclar tres partes de ácido acético glacial con dos partes de cloroformo para obtener la solución de ácido acético y cloroformo.

- b) Utilizar una solución saturada de yoduro de potasio, preparada recientemente.
- c) Emplear una solución de tiosulfato de sodio 0,1 N, debidamente estandarizada.
- d) Preparar una solución de almidón disolviendo 1 gramo de almidón soluble en agua destilada fría (formando una pasta), luego agregar 100 cm³ de agua hirviente, agitar rápidamente y enfriar.

Procedimiento para determinar el índice de peróxidos

- a) Realizar la determinación en duplicado utilizando la misma muestra preparada.
- b) Pesar aproximadamente 5 gramos de muestra con una precisión de 0,1 mg.
- c) Trasladar la muestra al matraz Erlenmeyer de 250 cm³ con tapa esmerilada y agregar 30 cm³ de la solución de ácido acético y cloroformo.
- d) Agitar el matraz Erlenmeyer hasta lograr la completa disolución del contenido, luego añadir 0,5 cm³ de la solución saturada de yoduro de potasio, preferiblemente utilizando la pipeta de Mohr.
- e) Agitar el matraz Erlenmeyer con su contenido durante un minuto y añadir 30 cm³ de agua destilada.
- f) Titular gradualmente con agitación constante utilizando la solución 0,1 N de tiosulfato de sodio hasta que el color amarillo casi desaparezca.
- g) Agregar 0,5 cm³ de la solución indicadora de almidón y continuar la titulación cerca del punto final, agitando constantemente para liberar todo el yodo de las capas de cloroformo. Añadir la solución de tiosulfato de sodio gota a gota hasta que el color azul desaparezca completamente.
- h) En caso de obtener un valor menor de 0,5 cm³ en la titulación, repetir el ensayo utilizando solución 0,01 N de tiosulfato de sodio.

Cálculos para determinar el índice de peróxidos

El cálculo del índice de peróxido se realiza utilizando la ecuación 5.

$$l = \frac{v \cdot N}{m} \cdot 100 \quad (5)$$

Siendo:

l = índice de peróxido en meq. de O₂ por kilogramos del producto.

v = volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra, en cm³.

N = Normalidad de la solución del tiosulfato de sodio.

m = masa de la muestra analizada en g.

Índice de oxidación total (Totox).

Índice de oxidación total (Totox) = 2 x índice de peróxido + índice de anisidina (6)

Determinación del rendimiento del aceite de residuos de pescado.

Para obtener la variable del rendimiento de aceite de pescado, se llevaron a cabo las mediciones correspondientes, que incluyeron las conversiones de volumen a peso, y se determinaron los valores para cada uno de los experimentos realizados. El cálculo del rendimiento se realizará utilizando la ecuación 7.

$$\% \text{ de aceite de pescado} = \frac{\text{peso del aceite de pescado}}{\text{peso total de residuo de pescado}} \times 100\% \quad (7)$$

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de datos, se aplicarán técnicas estadísticas descriptivas que abarcarán de tendencia central como la media, mediana y moda. Además, se utilizará estadística inferencial a través de un análisis de comparación empleando el coeficiente de Pearson para evaluar la significancia de los resultados y explorar la relación entre las variables independientes y dependientes. Este análisis se realizará utilizando el software SPSS.

3.6. Aspectos éticos

La investigación actual se adherirá a las consideraciones éticas pertinentes, garantizando el respeto al derecho a la privacidad de los participantes, la preservación del anonimato, la confidencialidad del caso y la obtención del consentimiento para recopilar la información necesaria durante el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Los resultados de la investigación se dan a conocer en el presente capítulo a través de un análisis detallado del aceite de pescado a partir de los residuos del Puerto Eduardo. A continuación, el detalle:

4.1. RENDIMIENTO DE OBTENCION DE ACEITE.

En la Tabla N° 02, se puede observar el rendimiento de aceite de residuos de Mota (*Calophysus macropterus L.*), las mismas que ascienden a 225 mL equivalente a 208.64 g a a partir de un total de residuo de 1363.80 g dando un 15.30 %.

Tabla N° 02
Rendimiento de aceite residuos de Mota (*Calophysus macropterus L.*)

Peso de residuo (g)	Volumen de aceite (mL)	Peso de aceite (g)	Rendimiento (%)
1363.80	225.00	208.64	15.30

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 03, se puede observar el rendimiento de aceite de residuos de Llambina (*Potamorhina altamazonica*), las mismas que ascienden a 350 mL equivalente a 314.37 g a a partir de un total de residuo de 1661.50 g dando un 18.92 %.

Tabla N° 03
Rendimiento de aceite residuos de Llambina (*Potamorhina altamazonica*)

Peso de residuo (g)	Volumen de aceite (mL)	Peso de aceite (g)	Rendimiento (%)
1661.50	350.00	314.37	18.92

Fuente: Elaboración propia

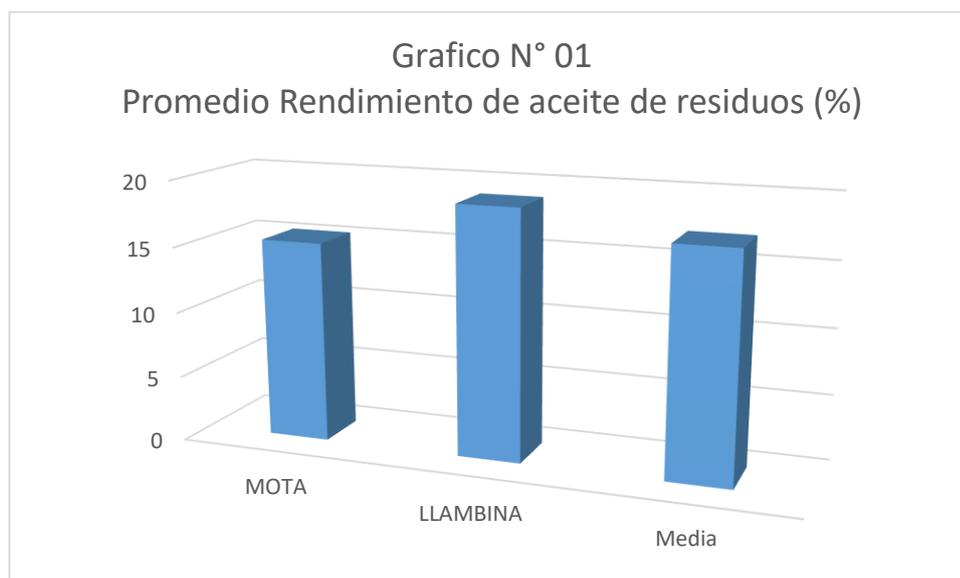
En la Tabla N° 04 y gráfica N° 01, promedio rendimiento de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 17.11%.

De todas ellas, destaca claramente la “Llambina (*Potamorhina altamazonica*)”, 10.58% superior con respecto a la media y 23.66 % superior con respecto a la Mota (*Calophysus macropterus L.*).

Tabla N° 04
Promedio rendimiento de aceite residuos

RESIDUO	Rendimiento (%)
MOTA (CALOPHYSUS MACROPTERUS L.)	15.30
LLAMBINA (POTAMORHINA ALTAMAZONICA)	18.92
Media (promedio)	17.11

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Tabla N° 04

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE.

Los análisis realizados al aceite de pescado obtenido a partir de los residuos provienen del Puerto Eduardo, tales como humedad, densidad, índice de acidez, grado de acidez, índice de peróxido, índice de

saponificación y masa molecular, son de acuerdo a la norma técnica peruana.

Bajo este concepto, en el Tabla N° 05, se puede observar las Características físico-químico del aceite obtenido del residuo de Mota (*Calophysus macropterus L.*), humedad 0.031%, densidad 0.9273 g/mL, índice de acidez 9.15 (mg KOH/ g grasa) , grado de acidez 18.22 % de ácido oleico, índice de peróxido 62.77 (mEq O₂/ kg aceite), índice de saponificación 421.35 (mg KOH/ g de aceite) y peso molecular 407.56 g/mol.

Tabla N° 05
Resultados de la caracterización físico-química del aceite de residuo Mota (*Calophysus macropterus L.*)

N°	Parámetro	Cantidad	Método
1	Humedad (%)	0.031	NTP 209.004:1968
2	Densidad (g/mL) a 15.6 °C	0.9273	ASTM D 1298
3	Índice de acidez (mg KOH/ g grasa)	9.15	NTP 209.005:1968
4	Grado de acidez (% de ácido oleico)	18.22	NTP 209.005:1968
5	Índice de peróxido (mEq O ₂ / kg aceite)	61.77	NTP 209.006:1968
6	Índice de saponificación (mg KOH/ g de aceite)	421.35	NTP 209.058:1980
7	Peso molecular (g/mol)	407.56	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo observado en el Tabla N° 06, se puede observar las Características físico-químico del aceite obtenido del residuo de Llambina (*Potamorhina altamazonica*), humedad 0.031%, densidad 0.9273 g/mL, índice de acidez 9.15 (mg KOH/ g grasa) , grado de acidez 18.22 % de ácido oleico, índice de peróxido 62.77 (mEq O₂/ kg aceite), índice de saponificación 421.35 (mg KOH/ g de aceite) y peso molecular 407.56 g/mol.

Tabla N° 06
Resultados de la caracterización físico-química del aceite de
residuo Llambina (*Potamorhina altamazonica*)

N°	Parámetro	Cantidad	Método
1	Humedad (%)	0.038	NTP 209.004:1968
2	Densidad (g/mL) a 15.6 °C	0.8982	ASTM D 1298
3	Índice de acidez (mg KOH/ g grasa)	3.8	NTP 209.005:1968
4	Grado de acidez (% de ácido oleico)	1.91	NTP 209.005:1968
5	Índice de peróxido (mEq O ₂ / kg aceite)	152.64	NTP 209.006:1968
6	Índice de saponificación (mg KOH/ g de aceite)	402.01	NTP 209.058:1980
7	Peso molecular (g/mol)	421.88	

Fuente: Elaboración propia

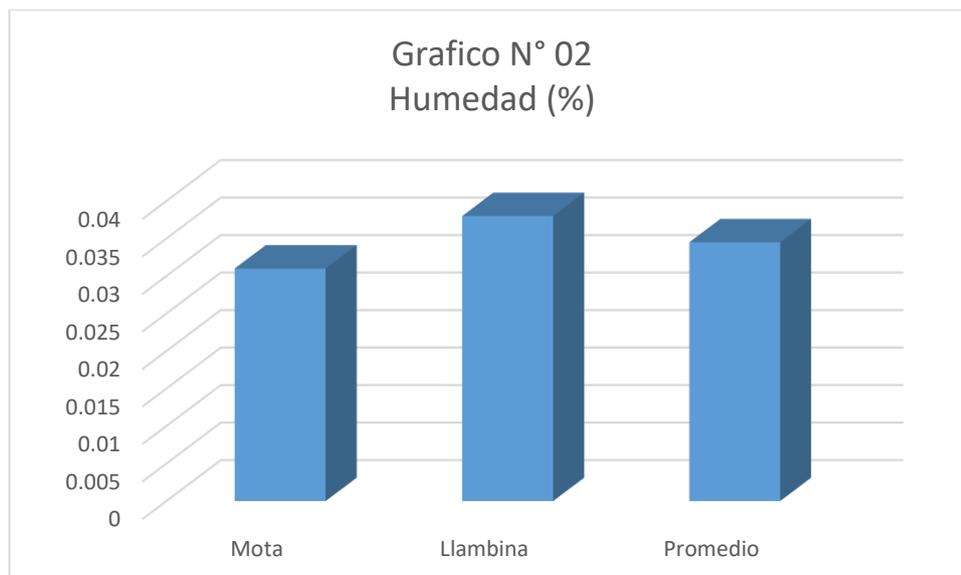
En la Tabla N° 07 y grafico N° 02, promedio de la humedad de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 0.0345 %.

De todas ellas, destaca claramente la “Llambina (*Potamorhina altamazonica*)”, 10.14% superior con respecto a la media y 22.58 % superior con respecto a la Mota (*Calophysus macropterus L.*).

Tabla N° 07
Promedio de la caracterización físico-química del aceite de residuo

N°	Parámetro	Mota (<i>Calophysus macropterus L.</i>)	Llambina (<i>Potamorhina altamazonica</i>)	Promedio
1	Humedad (%)	0.031	0.038	0.0345
2	Densidad (g/mL) a 15.6 °C	0.9273	0.8982	0.9128
3	Índice de acidez (mg KOH/ g grasa)	9.15	3.8	6.48
4	Grado de acidez (% de ácido oleico)	18.22	1.91	10.07
5	Índice de peróxido (mEq O ₂ / kg aceite)	61.77	152.64	107.21
6	Índice de saponificación (mg KOH/ g de aceite)	421.35	402.01	411.68
7	Peso molecular (g/mol)	407.56	421.88	414.72

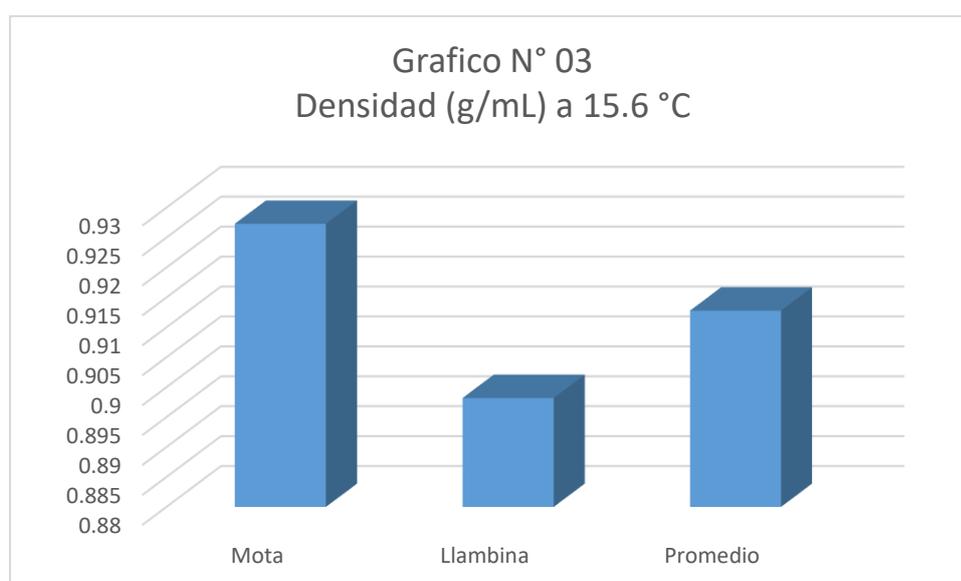
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Tabla N° 07

En la Tabla N° 07 y grafico N° 03, promedio de la densidad de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 0.9128 g/mL.

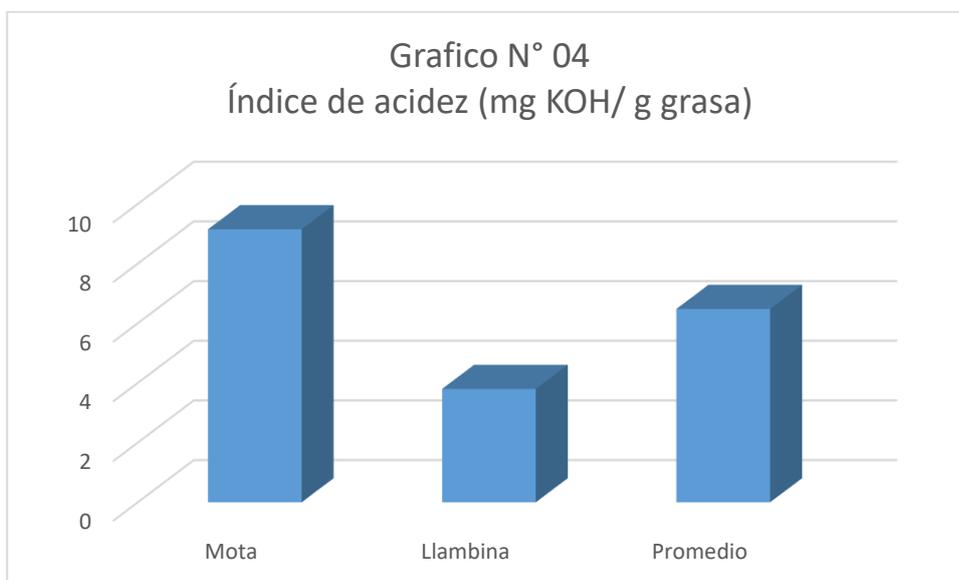
De todas ellas, destaca claramente la “Mota (*Calophysus macropterus L.*)”, 1.16% superior con respecto a la media y 3.24 % superior con respecto a la Llambina (*Potamorhina altamazonica*).



Fuente: Tabla N° 07

En la Tabla N° 07 y grafico N° 04, promedio del índice de acidez de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 6.48 mg KOH/ g grasa.

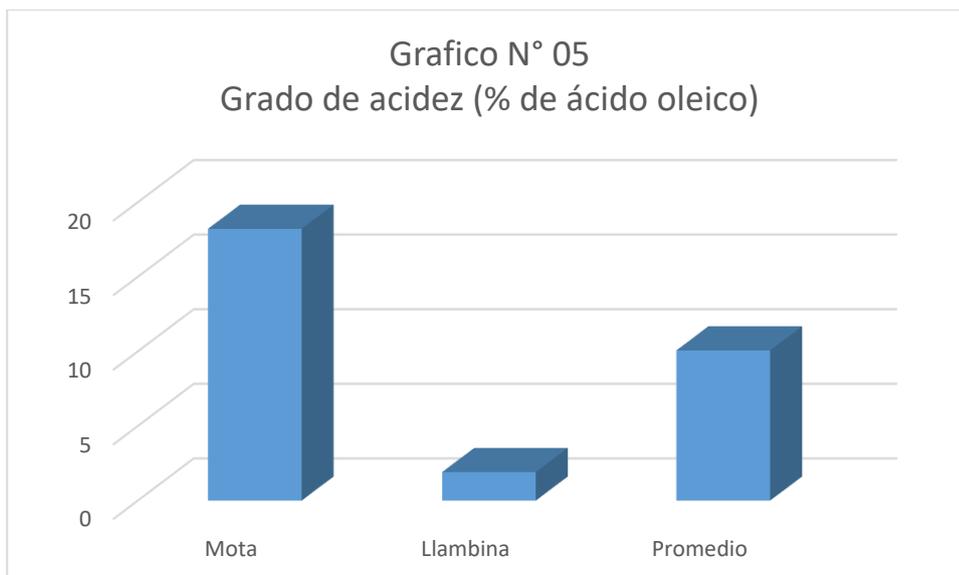
De todas ellas, destaca claramente la “Mota (*Calophysus macropterus L.*)”, 41.20% superior con respecto a la media y 140.79 % superior con respecto a la Llambina (*Potamorhina altamazonica*).



Fuente: Tabla N° 07

En la Tabla N° 07 y grafico N° 05, promedio del grado de acidez de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 10.07 mg % de ácido oleico.

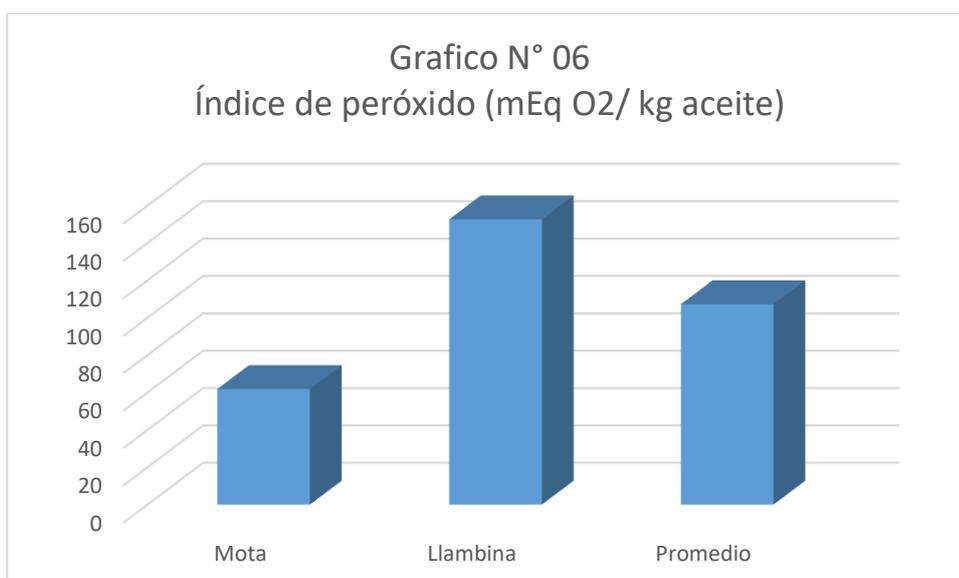
De todas ellas, destaca claramente la “Mota (*Calophysus macropterus L.*)”, 80.93% superior con respecto a la media y 853.93 % superior con respecto a la Llambina (*Potamorhina altamazonica*).



Fuente: Tabla N° 07

En la Tabla N° 07 y grafico N° 06, promedio del índice de peróxido de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 107.21 mEq O₂/ kg de aceite.

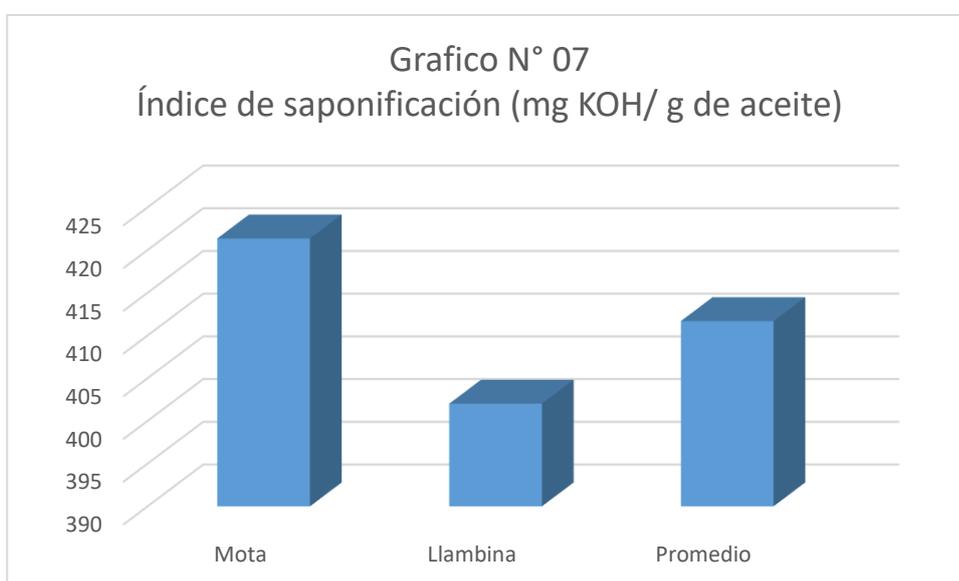
De todas ellas, destaca claramente la “Llambina (*Potamorhina altamazonica*)”, 42.37% superior con respecto a la media y 147.11 % superior con respecto a la Mota (*Calophysus macropterus L.*).



Fuente: Tabla N° 07

En la Tabla N° 07 y grafico N° 07, promedio del índice de saponificación de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 411.68 mg KOH/ g de aceite.

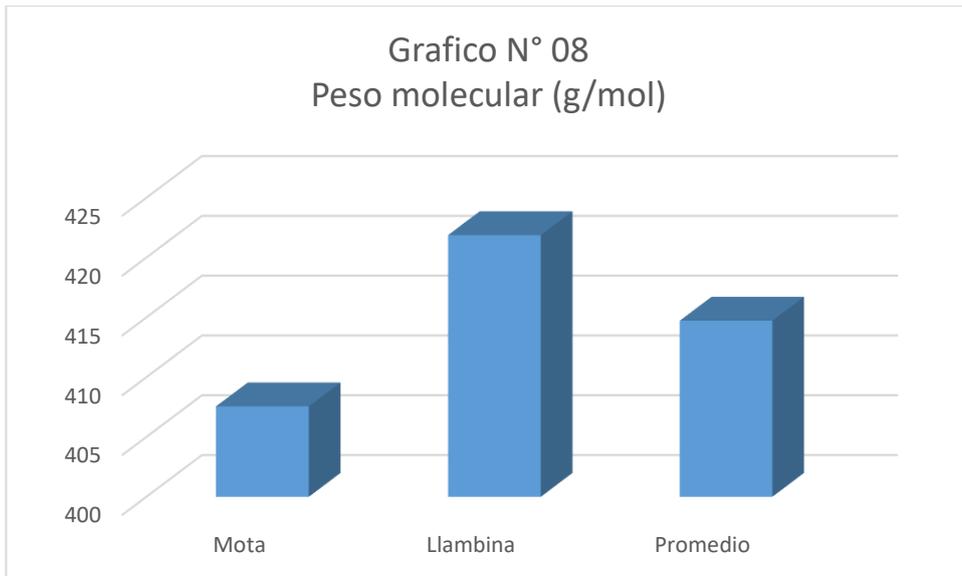
De todas ellas, destaca claramente la “Mota (*Calophysus macropterus L.*)”, 2.35% superior con respecto a la media y 4.81 % superior con respecto a la Llambina (*Potamorhina altamazonica*).



Fuente: Tabla N° 07

En la Tabla N° 07 y grafico N° 08, promedio del peso molecular de aceite residuos se observa el promedio de ambos residuos Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) es 414.72 g/mol.

De todas ellas, destaca claramente la “Llambina (*Potamorhina altamazonica*)”, 1.72% superior con respecto a la media y 3.51 % superior con respecto a la Mota (*Calophysus macropterus L.*).



Fuente: Tabla N° 07

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Tras la descripción de los resultados se ha determinado que lo proceso elegido tiene un impacto positivo en el rendimiento del aceite de pescado puesto que los resultados de la cantidad de aceite, humedad, densidad, índice de acidez, grado de acidez, índice de peróxido, índice de saponificación y peso molecular tienen un correlación directa, por lo tanto a mejores tratamiento con respecto al residuo los resultados de rendimiento será mayor, en cuanto a ello (Bonilla-Méndez, Hoyos-Concha 2018) en su investigación con extracción de prensado obtiene un rendimiento de 18.70, similar al 17.11%, en cuanto a (Llerena Daza, Aranda Pariasca 2017) en su investigación considera que —ante las condiciones óptimas de hidrolisis enzimática, se observa que la extracción de aceite es mayor, evidenciando un logro de 64.30 % .

Para efectos de la presente investigación, el análisis de las propiedades fisicoquímicas, como son la humedad, densidad, índice de acidez, grado de acidez, índice de peróxido, índice de saponificación y peso molecular del residuo de pescado son adecuados, utilizando las norma técnica peruana correspondiente, dando valores a lo esperado, en cuanto a ello (Haz Correa 2019) en su investigación considera que —el tipo de extracción de aceite, influye en la calidad del aceite; haciendo énfasis en la identificación de los factores que determina la calidad del mismo, esto afecta positivamente a las características fisicoquímicas del aceite.

En este contexto, no hay mejor enfoque para abordar la discusión que mediante la validación de las hipótesis.

5.1. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.

5.1.1. HIPÓTESIS GENERAL.

“El tratamiento de desechos de pescado, basándose en las operaciones unitarias con los que se trabajara, influye

significativamente en el rendimiento para la obtención de aceite de pescado”.

En el Tabla N° 08, se da a conocer el rendimiento de la extracción del aceite en mL de volumen, cuando se relaciona el residuo con la cantidad de aceite, el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de $r = 0.999$; muy cercano a +1, lo que indica que existe correlación entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Del mismo modo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.999$; valor muy cercano de 1, lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la Variable Dependiente (cantidad de aceite) (Miranda Gonzales, 2018).

CONCLUSIÓN:

SE ACEPTA LA 1° HIPÓTESIS ESPECÍFICA, EN EL SENTIDO QUE EL TRATAMIENTO DE DESECHOS DE PESCADO, BASÁNDOSE EN LAS OPERACIONES UNITARIAS CON LOS QUE SE TRABAJARA, INFLUYE SIGNIFICATIVAMENTE EN EL RENDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE DE PESCADO.

Tabla N° 08
Relación entre el residuo y las propiedades físico químicas del aceite de pescado

N°	Residuo	Cantidad (g)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Mota (<i>Calophysus macropterus</i> L.)	1363.80	225.00	0.031	0.9273	9.15	18.22	61.77	421.35	407.56
2	Llambina (<i>Potamorhina altamazonica</i>)	1661.50	350.00	0.038	0.8982	3.80	1.91	152.64	402.01	421.88
	Media	1512.65	287.50	0.035	0.9128	6.48	10.07	107.21	411.68	414.72
	Coeficiente de Correlación (r)		0.999	0.998	0.998	0.998	0.943	0.992	0.998	0.998
	Coeficiente de Determinación (R ²)		0.999	0.997	0.996	0.997	0.889	0.984	0.996	0.997

Fuente: Elaboración propia

1. Aceite (mL)

2. Humedad (%)

3. Densidad (g/mL) a 15.6 °C

4. Índice de acidez (mg KOH/ g grasa)

5. Grado de acidez (% de ácido oleico)

6. Índice de peróxido (mEq O₂/ kg aceite)

7. Índice de saponificación (mg KOH/ g de aceite)

8. Peso molecular (g/mol)

5.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

1° Hipótesis Específica: “Las operaciones unitarias seleccionadas tendrán algún efecto significativo en el rendimiento del aceite de pescado”.

En el Tabla N° 08, se muestran las relaciones entre el residuo y las propiedades físico químicas del aceite de pescado.

Para validar la Hipótesis General, se empleó el Coeficiente de Correlación (r), siguiendo la metodología propuesta por Gonzales Miranda, Oswaldo (2018), que considera también el Coeficiente de Determinación (R^2) y las líneas gráficas de tendencia o gráficos de barra. Conforme a la teoría, el Coeficiente de Correlación (r) puede tomar valores en el rango de -1 a +1; a medida que se acerca a los extremos (-1 y +1), la correlación se considera fuerte. Si el signo del Coeficiente es positivo (+), indica una correlación directa entre la Variable Independiente y la Variable Dependiente (cuando aumenta el valor de la Variable Independiente, también aumenta el valor de la Variable Dependiente). Si el signo es negativo (-), la correlación es inversa (cuando aumenta el valor de la Variable Independiente, disminuye el valor de la Variable Dependiente). (Miranda Gonzales, 2018).

Asimismo, Gonzales Miranda, Oswaldo (2018), sostiene que el Coeficiente de Determinación (R^2) varía entre 0 y 1. Un valor cercano a 1 indica una sólida relación entre variables, lo que implica que la Variable Independiente tiene una buena capacidad para determinar el comportamiento de la Variable Dependiente. Contrariamente, a medida que el valor se aleja de 1, la relación entre las variables es débil, siendo especialmente pobre o inexistente si se acerca a 0. (Miranda Gonzales, 2018).

En este sentido, cuando se analiza la relación entre el residuo y la humedad, el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de r

= 0.998 cercano a +1, lo que indica que existe una buena correlación directa entre las variables, favoreciendo a lo planteado como Hipótesis que señala que existe una relación directa (positiva) entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Asimismo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.997$; valor muy cercano de 1, lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la Variable Dependiente (humedad) (Miranda Gonzales, 2018).

Por otro lado, cuando se relaciona el residuo con la densidad, el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de $r = 0.998$; muy cercano a +1, lo que indica que existe correlación entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Del mismo modo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.996$; valor muy cercano de 1, lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la Variable Dependiente (densidad) (Miranda Gonzales, 2018).

Por otro lado, cuando se relaciona el residuo con el índice de acidez el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de $r = 0.998$; muy cercano a +1, lo que indica que existe correlación entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Del mismo modo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.997$; valor muy cercano de 1, lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la Variable Dependiente (índice de acidez) (Miranda Gonzales, 2018).

Por otro lado, cuando se relaciona el residuo con el grado de acidez, el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de $r = 0.943$; muy cercano a +1, lo que indica que existe correlación entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Del mismo modo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.889$; valor muy cercano de 1, lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la

Variable Dependiente (grado de acidez) (Miranda Gonzales, 2018).

Por otro lado, cuando se relaciona el residuo con el índice de peróxido, el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de $r = 0.992$; muy cercano a $+1$, lo que indica que existe correlación entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Del mismo modo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.984$; valor muy cercano de 1 , lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la Variable Dependiente (índice de peróxido) (Miranda Gonzales, 2018).

Por otro lado, cuando se relaciona el residuo con el índice de saponificación, el Coeficiente de Correlación (r) tiene un valor de $r = 0.998$; muy cercano a $+1$, lo que indica que existe correlación entre las variables (Miranda Gonzales, 2018). Del mismo modo, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.996$; valor muy cercano de 1 , lo que indica que la Variable Independiente (residuo) si determina el comportamiento de la Variable Dependiente (índice de saponificación) (Miranda Gonzales, 2018).

Por último, la relación entre la cantidad de residuo y el peso molecular muestra que el valor del Coeficiente de Correlación (r) asciende a $r = 0.998$; cifra que está muy cercano de $+1$; mostrando que existe correlación entre variables (Miranda Gonzales, 2018). De idéntica manera, el Coeficiente de Determinación (R^2) tiene un valor de $R^2 = 0.997$; cifra muy cercana de 1 , y que explica que la Variable Independiente (residuo) determina el comportamiento de la Variable Dependiente (peso molecular) (Miranda Gonzales, 2018).

CONCLUSIÓN:

SE ACEPTA LA HIPÓTESIS GENERAL EN EL SENTIDO QUE, EL TRATAMIENTO DE DESECHOS DE PESCADO, BASANDOSE

EN LAS OPERACIONES UNITARIAS SELECCIONADAS TENDRÁN ALGÚN EFECTO SIGNIFICATIVO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL ACEITE REFINADO A PARTIR DE DESECHOS DE PESCADO.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. Se obtuvo un rendimiento promedio de aceite de pescado 17.11% a partir de los residuos de Mota (*Calophysus macropterus L.*) y Llambina (*Potamorhina altamazonica*) del Puerto Eduardo. De los cuales el que es superior es de la Llambina (*Potamorhina altamazonica*) en un 10.58% respecto a la media y 23.66% respecto al rendimiento de la Mota (*Calophysus macropterus L.*).
2. Se determino las características fisicoquímicas del aceite obtenida a partir de los residuos del Puerto Eduardo, tales como 0.0345 % de humedad, 0.9128 g/mL de densidad, 6.48 mg KOH/ g grasa de índice de acidez, 10.07 % de ácido oleico de grado de acidez, 107.21 mEq O₂/ kg aceite de índice de peróxido, 411.68 mg KOH/ g de aceite de índice de saponificación y 414.72 g/mol de masa molecular, de acuerdo a la norma técnica peruana.
3. Finalmente se determinó con los resultados encontrados en la presente investigación que el tratamiento de desechos de pescado, influye significativamente en el rendimiento para la obtención de aceite de pescado, así mismo influye significativamente en las características físicas y químicas del aceite refinado a partir de desechos de pescado.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Se sugiere mejorar el aislamiento durante el calentamiento de los desechos de pescado, ya que durante este procedimiento se experimentó una pérdida de materia prima que se evaporaba. Para prevenir esta situación, se optó por mezclar la materia prima durante el calentamiento, evitando así que la parte inferior, en contacto más directo con la plancha de calentamiento, se quemara.
2. Se sugiere utilizar múltiples métodos de extracción de manera simultánea para incrementar el rendimiento en la extracción de aceite.
3. Se sugiere investigar métodos de extracción específicos para los ácidos grasos poliinsaturados eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), dado que se ha confirmado la idoneidad del aceite obtenido de los desechos de pescado para su uso en complementos o suplementos alimenticios para animales. No obstante, la cantidad precisa de metilmercurio en el aceite no ha sido determinada con certeza, por lo que se recomienda realizar un análisis detallado al respecto.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONILLA-MÉNDEZ, Jeimmy Rocío y HOYOS-CONCHA, José Luis, 2018. Métodos de extracción, refinación y concentración de aceite de pescado como fuente de ácidos grasos omega-3. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.

BUCIO LÓPEZ, Silvia Liliana, 2015. *Valorización de subproductos de la industria pesquera: obtención de derivados lipídicos ricos en ácidos grasos poliinsaturados y de concentrados de harina de pescado con bajo contenido en grasa*. Universidad de Burgos. DOI 10.36443/10259/3979.

CEDEÑO VINCES, Félix Guillermo y RIERA MUÑOZ, Ariana Alexandra, 2022. OBTENCIÓN DE ACEITE SEMIRREFINADO A PARTIR DE OJOS DE ATÚN ALETA AMARILLA (THUNNUS ALBACARES) PARA SUPLEMENTO ALIMENTICIO. .

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA - DIDITT, 2018. *RESIDUOS DE LA PESCA: APROVECHAMIENTO Y VALOR AGREGADO*. .

DURAND ORDIALES, Lucía Brenda, 2019. VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS BLANDOS DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS DEL MERCADO PESQUERO PALOMAR – AREQUIPA –2019. .

HAZ CORREA, Rony Joel, 2019. Modelo de negocio para elaboración de aceite de cocina a base de desechos de pescados para el consumidor final en la ciudad de Guayaquil. Año 2019. .

IEN, 2013. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 6885:2013 ACEITES Y GRASAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ANISIDINA. (IDT). [en línea]. septiembre 2013. Recuperado a partir de : https://docplayer.es/53116839-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-6885-2013-extracto.html#google_vignette [accedido 24 enero 2024].

INACAL, 2011. Aceites y Grasas Índice de Peroxido NTP 209.006 1968 (Rev 2011). *Scribd* [en línea]. 29 diciembre 2011. Recuperado a partir de : <https://es.scribd.com/document/501800829/Aceites-y-grasas-Indice-de-peroxido-NTP-209-006-1968-Rev-2011> [accedido 24 enero 2024].

INACAL, 2016. NTP 209.004:1968 (revisada el 2016) ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método de determinación del contenido de humedad y materias volátiles. 1a Edición. [en línea]. 9 diciembre 2016. Recuperado a partir de : <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-209-004.html> [accedido 24 enero 2024].

INACAL, 2016. 209.005. ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES. Método para la determinación de la acidez libre. *Scribd* [en línea]. 30 noviembre 2016. Recuperado a partir de : <https://es.scribd.com/document/627109735/209-005-ACIDEZ-LIBRE-1> [accedido 24 enero 2024].

LLERENA DAZA, Tito Eduardo y ARANDA PARIASCA, Diana Milagros, 2017. Extracción y caracterización del aceite crudo obtenido de un hidrolizado enzimático de residuos frescos de anchoveta (*Engraulis ringens*). *Anales Científicos*. Vol. 78, n.º 1, p. 34. DOI 10.21704/ac.v78i1.858.

LÚQUEZ PÉREZ, Latife Del Rosario, 2018. *APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PESQUEROS GENERADOS EN LA CIÉNAGA DE ZAPATOSA PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE VÍSCERAS DE PESCADO*. . Palmira : Nacional de Colombia.

ANEXOS

Anexo 1: Proceso de obtención de aceite de residuo de pescado.





Anexo 2: Certificado de análisis.



UNAP

Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Facultad de Ingeniería Química-FIQ



CERTIFICADO DE ANALISIS

Muestra : Aceite de pescado - Mota
Solicitado por : Amador Llerena Vela
Larry Ezequiel Sangama Sangama
Tipo de Análisis : Físico Químico
Fecha de Análisis : 01 de setiembre del del 2022

PARÁMETRO	MUESTRA	MÉTODO
	Aceite de pescado Mota	
Humedad (%)	0,031	NTP 209.004:1968
Densidad (g/ml) a 15.6 °C	0,9273	ASTM D 1298
Índice de acidez mg KOH/g grasa	9,15	NTP 209.005:1968
Grado de acidez (% de Ac. Oleico)	18,22	NTP 209.005:1968
Índice de Peróxido mEq O ₂ /Kg aceite	61,77	NTP 209.006:1968
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	421,35	NTP 209.058:1980
Peso Molecular (g/mol)	407,56	

Iquitos 05 de setiembre de 2023


Rosa Isabel Souza Nájjar
Docente Adscrito FIQ-UNAP



UNAP

Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Facultad de Ingeniería Química-FIQ

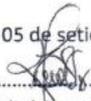


RESULTADOS DE ANALISIS

Muestra : Aceite de pescado - Llambina
Solicitado por : Amador Llerena Vela
Larry Ezequiel Sangama Sangama
Tipo de Análisis : Físico Químico
Fecha de Análisis : 01 de setiembre del del 2022

PARÁMETRO	MUESTRA	MÉTODO
	Aceite de pescado Llambira	
Humedad (%)	0,038	NTP 209.004:1968
Densidad (g/ml) a 15.6 °C	0,8982	ASTM D 1298
Índice de acidez mg KOH/g grasa	3,8	NTP 209.005:1968
Grado de acidez (% de Ac. Oleico)	1,91	NTP209.005:1968
Índice de Peróxido mEq O ₂ /Kg aceite	152,64	NTP 209.006:1968
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	402,01	NTP 209.058:1980
Peso Molecular (g/mol)	421,88	

Iquitos 05 de setiembre de 2023


Rosa Isabel Souza Nájjar
Docente Adscrito FIQ-UNAP

Anexo 3: Matriz de consistencia

“OBTENCIÓN DE ACEITE REFINADO A PARTIR DE LOS DESECHOS DE PESCADO PROCEDENTES DEL PUERTO EDUARDO - IQUITOS”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TIPO DE ESTUDIO	POBLACION Y PROCESAMIENTO	INSTRUMENTO DE RECOLECCION
General					
¿Cuál es el rendimiento en la obtención de aceite refinado a partir de los desechos de pescado procedentes del puerto Eduardo – Iquitos?	Evaluar y determinar el rendimiento de la obtención de aceite refinado a partir de los desechos de pescado procedentes del puerto Eduardo – Iquitos.	El tratamiento de desechos de pescado, basándose en las operaciones unitarias con los que se trabajara, influye significativamente en el rendimiento para la obtención de aceite de pescado.	El presente trabajo de investigación se encuentra circunscrito dentro del enfoque Cuantitativo, de nivel Correlacional.	La población del presente estudio de investigación comprende a todos los residuos de pescado procedentes del mercado del Puerto Eduardo. Para el análisis de los datos se emplearán técnicas estadísticas descriptivas correspondientes a medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y estadística inferencial: análisis correlacional con el coeficiente de relación de Pearson a efectos de encontrar significancia en los resultados obtenidos, para buscar la correlación entre las variables independiente y dependiente. Para facilitar el análisis respectivo se hará uso del software SPSS.	Los instrumentos que se emplearán para la recolección de datos que servirá para sustentar la investigación propuesta, son los siguientes: • Balanza analítica • Estufa • Termómetro • Cocina eléctrica • Materiales de vidrio • Soporte universal • Balanza analítica • Plancha de calentamiento • Prensa • Centrifuga • Decantador con soporte • Trituradora.
Específicos					
1. ¿cuáles son las operaciones unitarias para obtener aceite refinado a partir de los desechos de pescado? 2. ¿Cuáles son las características físicas y químicas del aceite refinado obtenido a partir de desechos de pescado?	1. Establecer las operaciones unitarias para obtener aceite refinado a partir de los desechos de pescado. 2. Determinar las características físicas y químicas del aceite refinado obtenido a partir de desechos de pescado.	1. Las operaciones unitarias seleccionadas tendrán algún efecto significativo en las características físicas y químicas del aceite refinado a partir de desechos de pescado.			

Anexo 4: Tabla de operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTO
1. Dependiente					
Caracterización y análisis	La caracterización y análisis del aceite de pescado se refieren al conjunto de técnicas y procedimientos utilizados para evaluar y describir las propiedades físicas, químicas de este tipo de aceite.	La variable "Caracterización y análisis" será evaluada a través de los siguientes aspectos: 1) Humedad; 2) Densidad; 3) Índice de acidez; 4) Grado de acidez; 5) Índice de Peróxido; 6) Índice de saponificación; 7) Peso molecular	Humedad	%	NTP 209.004:1968 ASTM D 1298 NTP 209.005: 1968 NTP 209.006:1968 NTP 209.058: 1980
			Densidad	g/mL	
			Índice de acidez	mg KOH/g grasa	
			Grado de acidez	% de ácido oleico	
			Índice de Peróxido	mEq O ₂ /Kg aceite	
			Índice de saponificación	mg KOH/g aceite	
			Peso molecular	g/mol	
2. Independiente					
Método de extracción del aceite de pescado	Es el método más utilizado para la producción a escala industrial, y se realiza básicamente en cuatro etapas: cocción del pescado, prensado, decantación y centrifugación.	La variable "método de extracción del aceite de pescado" será evaluada a través del siguiente aspecto: 1) rendimiento del método;	Rendimiento del método	% de aceite extraído	Método de prensado húmedo