



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Pesquera

Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera

**Índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos (EPA, DHA) del aceite de anchoveta
(*Engraulis ringens*) Carquin 2022 - 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero

Autor

Daniel Alexander De La Cruz Guerrero

Asesor

Ing. Luis Arnaldo Girón García

Huacho – Perú
2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD: Ingeniería Pesquera.

ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Pesquera.

INFORMACION

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACION
Daniel Alexander De La Cruz Guerrero	45501731	06.06.2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Luis Arnaldo Girón García	15605039	0009-0001-5124-2646
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADO – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Oswaldo Francisco Flores Saldaña	15582719	0000-0001-7582-7430
Jaime David Leandro Roca	15594015	0009-0005-8109-5500
José del Carmen Cuellar Reyes	15581946	0000-0002-7321-1664

Índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos (epa, dha) del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*) Carquin 2022 - 2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

11%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.diva-portal.org

Fuente de Internet

1%

2

www.idexlab.com

Fuente de Internet

<1%

3

www.munizlaw.com

Fuente de Internet

<1%

4

Erich Díaz. "Estimation of growth parameters of Jack mackerel *Trachurus murphyca* caught in Peru, from length frequency analysis", Revista Peruana de Biología, 2013

Publicación

<1%

5

lareferencia.info

Fuente de Internet

<1%

6

pci.ucr.ac.cr

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1%

DEDICATORIA

A mi madre, esposa y mis dos hijos, ya que son el motor para dar lo mejor de mí y ser alcanzar mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios ya que derrama sus bendiciones a mi familia.

INDICE

	Pág:
LICENCIA DE CREATIVE COMMONS	2
DATOS DEL AUTOR, ASESOR Y JURADO (METADATOS)	3
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
INDICE	7
INDICE DE TABLAS	11
INDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1 Descripción de la realidad problemática	18
1.2 Formulación del problema	21
1.2.1 Problema general	21
1.2.2 Problema específico	21
1.3 Objetivos de la investigación	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivo específico	21
1.4 Justificación de la investigación.....	22
1.4.1. Justificación teórica	22
1.4.2. Justificación metodológica	22
1.4.3. Justificación Práctica.....	23

1.5 Delimitación del estudio	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	25
2.1 Antecedentes de la investigación	25
2.1.1 Antecedentes internacionales	25
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	28
2.2 Bases teóricas.....	30
2.2.1 Importancia de la anchoveta.....	33
2.2.2 Índices Biométricos.....	35
2.2.3 Talla	37
2.2.4 Porcentaje de juveniles.....	38
2.2.5 Peso	39
2.2.6 Aceite de anchoveta	39
2.2.7 EPA (Ácido Eicosapentaenoico) y DHA (Ácido Docosahexaenoico)	40
2.2.8 Ácidos grasos	41
2.2.9 Efectos en los ácidos grasos EPA y DHA.....	42
2.3 Bases filosóficas.....	42
2.4 Definición de términos básicos.....	43
2.5 Hipótesis de investigación.....	44
2.5.1 Hipótesis general.....	44
2.5.2 Hipótesis específicas	45
2.6 Operacionalización de las variables.....	45
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	46
3.1 Diseño metodológico	46

3.2 Población y muestra.....	46
3.2.1 Población.....	46
3.2.2 Muestra	46
3.3 Técnicas de recolección de datos	47
3.3.1 Toma de muestras	47
3.3.2 Preparación de muestras	47
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	48
3.4.1 Tabulación de datos	48
3.4.2 Técnicas estadísticas	49
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	50
4.1 Análisis de resultados.....	50
4.1.2 Materia prima procesada.....	53
4.1.3 Toneladas Métricas de aceite	53
4.1.4 Análisis biométricos.....	55
4.1.5 Determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>).....	60
4.1.6 Determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>) (EPA, DHA).....	62
4.2 Contrastación de hipótesis Pruebas de hipótesis.....	65
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	80
5.1 Discusión de resultados.....	80
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
6.1 Conclusiones	86

6.2 Recomendaciones.....	88
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ficha de datos de la anchoveta.....	32
Tabla 2 Importancia del recurso anchoveta	34
Tabla 3 Composición proximal de la anchoveta. Tomado de Instituto del Mar del Perú (IMARPE) & Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP) 1996.....	35
Tabla 4 Principales especies de peces marinos y porcentaje de ácidos grasos.	41
Tabla 5 Matriz de operacionalización de variables.....	45
Tabla 6 Análisis descriptivo de captura de anchoveta 2022-2023.....	50
Tabla 7 Análisis descriptivo de cuantiles de captura de anchoveta 2022-2023.....	50
Tabla 8 Análisis descriptivo de la materia prima de anchoveta.....	54
Tabla 9 Análisis descriptivo de los aspectos biométricos de la anchoveta.	55
Tabla 10 Análisis descriptivo de cuantiles de aspectos biométricos de anchoveta 2022-2023. ...	56
Tabla 11 Determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>).	60
Tabla 12 Determinación descriptiva de aceites grasos	62
Tabla 13 Análisis descriptivo de cuantiles de aceites grasos de anchoveta 2022-2023.	63
Tabla 14 ANOVA de la regresión de parámetros EPA e índices biométricos	66
Tabla 15 ANOVA de la regresión de parámetros DHA e índices biométricos	67
Tabla 16 ANOVA de la regresión de parámetros Aceite graso total e índices biométricos.....	69
Tabla 17 Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico talla.	71
Tabla 18 Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico talla.	72
Tabla 19 Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico peso.....	74
Tabla 20 Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico peso.	75

Tabla 21 Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico porcentaje de juveniles.77

Tabla 22 Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico porcentaje juveniles.78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de cajas de Materia prima.....	51
Figura 2 Producción de materia prima-Anchoveta (TM).	52
Figura 3 Producción de materia prima-Anchoveta (TM) vs aceite obtenido.	52
Figura 4 Producción consolidada de análisis biométrico de anchoveta.....	57
Figura 5 Análisis biométrico peso (g).....	57
Figura 6 Análisis biométrico talla (cm).	58
Figura 7 Análisis biométrico porcentaje de juveniles.....	59
Figura 8 Diagrama de cajas de acetites: a) EPA y DHA. b) aceites grasos totales.	64
Figura 9 Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico talla	71
Figura 10 Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico talla.	73
Figura 11 Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico peso.	74
Figura 12 Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico peso.	76
Figura 13 Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico Juveniles.	77
Figura 14 Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico Juveniles.	79

RESUMEN

El propósito del estudio fue conocer la relación entre índices biométricos y sus efectos en los niveles de EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*). Mediante un diseño cuantitativo, correlacional y aplicado, se analizaron datos biométricos existentes y se evaluaron perfiles de omega-3 (EPA y DHA) en muestras de aceite provenientes de la industria pesquera de Carquin. Los resultados mostraron una media de talla de 12,03 cm (DE = 0,70), un peso medio de 10,20 gr (DE = 1,72), y un 31,86% (DE = 21,62) en el porcentaje de juveniles. Las concentraciones promedio de EPA y DHA fueron de 17.15% (DE = 12,78) y 14,20% (DE=2,66), respectivamente. El análisis ANOVA, indicó un efecto significativo del peso sobre los niveles de EPA ($p = 0,002$), y de la talla sobre los niveles de DHA ($p = 0,032$). Se concluye que hay una relación significativa entre los índices biométricos y la composición de los ácidos grasos en el aceite de anchoveta, siendo el peso un factor determinante para los niveles de EPA y la talla para los de DHA. No se encontraron correlaciones significativas entre los índices biométricos (porcentaje de juveniles, talla, pero) y niveles de aceites grasos totales.

Palabras Clave: Ácido graso, anchoveta, EPA, DHA.

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the relationship between biometric indexes and their effects on the levels of EPA and DHA in anchovy oil (*Engraulis ringens*). Utilizing a quantitative, correlational, and applied design, pre-existing biometric data were analyzed, and omega-3 profiles (EPA and DHA) in oil samples from the Carquin fishing industry were evaluated. The findings revealed an average size of 12.03 cm (SD = 0.70), an average weight of 10.20 g (SD = 1.72), and 31.86% (SD = 21.62) in the percentage of juveniles. The average concentrations of EPA and DHA were 17.15% (SD=12.78) and 14.20% (SD=2.66), respectively. The ANOVA analysis showed a significant effect of weight on EPA levels ($p = 0.002$) and size on DHA levels ($p = 0.032$). It concludes that there is a significant relationship between biometric indexes and the composition of fatty acids in anchovy oil, with weight being a determining factor for EPA levels and size for DHA levels. No significant correlations were found between biometric indexes (percentage of juveniles, size, weight) and total fat oil levels.

Keywords: Fatty acid, anchovy, EPA, DHA.

INTRODUCCIÓN

La anchoveta (*Engraulis ringens*) representa uno de los recursos pesqueros más importantes a nivel mundial, constituyéndose como una pieza fundamental en las dinámicas ecológicas y económicas del ecosistema marino sudamericano y una fuente vital de ácidos grasos como el omega-3 (EPA y el DHA), de importancia para la nutrición humana. Estos componentes, esenciales para la salud cardiovascular y cognitiva, han atraído la atención de la comunidad científica y de la industria pesquera, dada su relevancia en el aceite de pescado (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2023).

Sin embargo, existe una brecha en la comprensión de cómo los índices biométricos (como la longitud y el peso de la anchoveta), afectan la concentración de EPA y DHA en su aceite, especialmente en la zona norte del Perú entre los años 2022 y 2023. Este estudio aborda el problema sobre las dimensiones biométricas de la anchoveta con la calidad del aceite producido, explorando implicaciones para la pesca sostenible en Perú y la maximización de los beneficios nutricionales del aceite. Asegurándose la salud del ecosistema marino y considerando los beneficios óptimos para la salud humana. Aportando de esta manera valores para la industria pesquera. En ese sentido se ha planteado como objetivo conocer la relación de los índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos (EPA y DHA) aceite de anchoveta (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2023).

Metodológicamente, la investigación emplea técnicas avanzadas de análisis químico y estadísticas multivariadas (ANOVA) para determinar las relaciones entre los índices biométricos de la anchoveta y los niveles de EPA y DHA en su aceite. Este enfoque permite no solo identificar las tendencias y patrones sino también generar datos que permita hacer predicciones informadas y estratégicas para mejorar la gestión pesquera y las prácticas de producción de

aceite (Nolasco, 2020).

La estructura del estudio se presenta en siete capítulos que forman un camino coherente a través de la investigación:

Capítulo 1, describe y formula el problema de investigación; asimismo los objetivos, justificación y el ámbito o delimitación del estudio.

Capítulo 2, corresponde al marco teórico, la que consta de antecedentes donde se analizan los estudios de originalidad referidas a las variables del tema tratado, asimismo se profundiza los fundamentos bibliográficos del tema relevante, el marco filosófico, hipótesis y definición de términos.

Capítulo 3, se detalla el marco metodológico, el marco muestras, recolección y procesamiento de datos.

Capítulo 4, presenta los resultados obtenidos en el estudio, así como las pruebas de hipótesis.

Capítulo 5, discute estos resultados en el contexto de la literatura existente y el marco referencial.

Capítulo 6, sintetiza las conclusiones clave, y recomendaciones.

Capítulo 7, lista todas las referencias utilizadas, ofreciendo así un análisis exhaustivo y detallado que contribuye significativamente al campo de la ingeniería pesquera y la ciencia de alimentos.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La anchoveta (*Engraulis ringens*), una especie esencial en la inestable productividad de la pesquería del Pacífico suroriental debido a fenómenos climáticos como El Niño. Por ello, su captura, es fundamental para la producción de harina y aceite de pescado, siendo que se beneficia significativamente con los avances tecnológicos en el procesamiento de alimentos. Asimismo, a pesar de las oscilaciones en su captura, en 2020 se posicionó como la especie más capturada, aunque no alcanzó los picos registrados en 2018, lo cual resalta los retos y las potencialidades para una gestión pesquera eficaz y una producción sostenible. El aceite derivado de la anchoveta, en particular, desempeña un papel crucial tanto en la industria como en el ámbito de la salud pública, debido a su alto contenido en omega-3, especialmente el ácido Eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA). Estos ácidos grasos no solo mejoran la nutrición en la acuicultura, sino que también ofrecen beneficios vitales para la salud humana, que el cuerpo no produce naturalmente, subrayando la importancia de este subproducto pesquero en contribuciones nutricionales y medicinales (Food and Agriculture Organization [FAO], 2022).

En 2020 aproximadamente el 73 % del aceite de pescado se destinó a la acuicultura, el 16 % al consumo humano y el 11 % a otros usos (en particular, a alimentos para animales de compañía y biocombustible). A pesar de la disminución global en la captura de peces destinados a su transformación en harina y aceite, la demanda del aceite de pescado ha aumentado, presionando a la industria para identificar fuentes alternativas gestionadas sosteniblemente. No obstante, la tendencia hacia una utilización más selectiva del aceite de pescado en la acuicultura hace necesario un cambio de las actividades actuales para encaminarlos hacia prácticas más eficientes y responsables. Por tanto, debido a que su importancia como suplemento dietético y su impacto en

la nutrición humana siguen siendo un tema de suma importancia, se evidencia la necesidad de una gestión pesquera que equilibre sostenibilidad y nutrición (FAO, 2022).

En el contexto mundial y en pleno siglo XXI, la desnutrición infantil es un problema que representa una significativa crisis de salud pública, originando la muerte de 13 millones de menores de cinco años diariamente, constituyendo casi la mitad de las muertes infantiles. Además, investigaciones realizadas por diversas instituciones académicas y centros de investigación subrayan los beneficios nutricionales de incorporar Omega 3 en la dieta; sin embargo, la explotación de la anchoveta no ha alcanzado su potencial pleno debido a una evaluación incompleta de sus propiedades biológicas, lo cual es crucial no solo para combatir la desnutrición, sino también, como un recurso económico vital para la industria pesquera y para el desarrollo de políticas eficaces en la conservación de los ecosistemas marinos (FAO, 2021).

En América Latina, y en especial en las costas del Pacífico de países como Perú y Chile, la anchoveta es abundante y se utiliza principalmente para la producción de harina y aceite de pescado; sin embargo, la explotación de este recurso no ha considerado plenamente su valor nutricional y su contribución potencial a la seguridad alimentaria en beneficio de la salud humana (FAO, 2017).

El Perú es un líder en la industria pesquera, prioriza la exportación de aceite de pescado principalmente como materia prima, sin explorar en profundidad su potencial demanda de este producto para abordar problemas en el ámbito de salud pública, especialmente en la desnutrición infantil. Esta perspectiva restringida no ha aprovechado adecuadamente las características nutricionales que tiene el aceite debido a su elevado omega-3, fundamentalmente de los ácidos grasos EPA (ácido Eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico) en la salud preventiva (FAO, 2022).

En la zona de Carquin, la utilización del aceite de pescado, derivado principalmente de la anchoveta, no alcanza su potencial óptimo. Esta situación se justifica en base a la relación entre los índices biométricos de esta especie y su efecto en la composición de ácidos grasos en el aceite, aún no ha sido exhaustivamente investigada, limitando la valorización de la anchoveta más allá de aplicaciones industriales. Debido a que se carece de un análisis detallado sobre cómo la talla, el peso y el porcentaje de juveniles de anchoveta influyen en los niveles de EPA y DHA en el aceite, la deficiencia de conocimientos obstaculiza la creación de productos alimenticios fortificados que no solo podrían contribuir significativamente a la salud humana, sino también incrementar el valor económico de la anchoveta en el mercado. Este escenario subraya la necesidad urgente de profundizar en el estudio de las características biométricas de la anchoveta y su impacto en la calidad nutricional del aceite derivado, promoviendo así una gestión más sostenible y beneficiosa tanto para el sector pesquero como para la comunidad en general (Cabrera, *et al.*, 2020).

Por ende, la problemática principal radica en el deficiente conocimiento y comprensión acerca de cómo los índices biométricos influyen en la composición de ácidos grasos de la anchoveta, lo que lleva a la subutilización de la anchoveta en el ámbito nutricional y medicinal. Este desconocimiento genera como efecto la persistencia de la desnutrición y representa una oportunidad desaprovechada de utilizar eficientemente los recursos pesqueros disponibles (Sueiro, 2024).

Por lo mencionado en líneas precedentes, es necesario investigar detalladamente la relación entre los índices biométricos de la anchoveta y el impacto de estos en los niveles de ácidos grasos (EPA y DHA) en su aceite. Con ello, se amplía la posibilidad de una transformación en el uso de la anchoveta; potenciando su valor en la industria alimentaria y

contribuyendo así a la mejora de la salud pública a partir de datos precisos que servirán en la recomendación de acciones o futuras estrategias ambientales de reducción para las variaciones desfavorables observadas en el sector pesquero (IMARPE, 2024).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Determinar los índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*), Carquin 2022 - 2023?

1.2.2 Problema específico

- ¿Cómo la talla de la anchoveta se relaciona con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)?
- ¿Cómo el peso de la anchoveta se relaciona con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)?
- ¿Cómo el porcentaje de juveniles de la anchoveta se relaciona con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Conocer la relación de los índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos (EPA y DHA) del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

1.3.2 Objetivo específico

- Determinar la relación de la talla de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).
- Determinar la relación del peso de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

- Determinar la relación del porcentaje de juveniles de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

La justificación teórica de este estudio se centra en que este enfoque no solo subraya el valor nutricional de la anchoveta, sino que también enfatiza su importancia en el sustento de comunidades pesqueras y en la promoción de prácticas de pesca sostenibles, erigiéndose de forma medular debido a que los ácidos grasos omega-3 (específicamente el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA)) presentan grandes beneficios para la salud humana están bien documentados, ante lo cual, la relevancia de investigar su presencia en el aceite de anchoveta deriva de la posición única de este pez como una fuente sostenible y eficiente de EPA y DHA. Esto es especialmente necesario en áreas donde la pesca de anchoveta no solo es un pilar de la economía local sino también un componente esencial de la seguridad alimentaria (IMARPE, 2024).

1.4.2. Justificación metodológica

Desde un enfoque metodológico, este estudio se fundamenta en la evaluación exhaustiva de los índices biométricos, tales como peso, longitud y otras medidas corporales significativas de la anchoveta, y su correlación con los niveles de EPA y DHA presentes en su aceite. Esta investigación emplea técnicas analíticas avanzadas, destacando la cromatografía de gases, para lograr una identificación y cuantificación precisa de los ácidos grasos EPA y DHA. Tal metodología permite no solo descubrir la variabilidad inherente de estos nutrientes esenciales entre las diferentes poblaciones de anchoveta, sino que también perfecciona las estrategias de muestreo y análisis. Este rigor

metodológico es esencial para enriquecer el conocimiento científico sobre la composición nutricional de la anchoveta, proporcionando bases sólidas para futuras investigaciones y aplicaciones en el campo de la nutrición y la salud pública (Monteferri, *et al.*, 2020).

1.4.3. Justificación práctica

Desde una perspectiva práctica, este estudio posee consecuencias significativas para diversos sectores. En el ámbito de la industria pesquera, descubrir la relación entre los índices biométricos y la concentración de EPA y DHA en la anchoveta promete mejorar las metodologías de cosecha y procesamiento, optimizando el contenido nutricional del aceite obtenido. Para la salud pública, estos hallazgos facilitan la promoción de dietas ricas en omega-3, fundamentales en la prevención de enfermedades crónicas. Adicionalmente, el entendimiento detallado de cómo las características físicas de la anchoveta influyen los niveles de estos ácidos grasos esenciales apoya la formulación de políticas dirigidas hacia la pesca sostenible, contribuyendo a la conservación de este valioso recurso marino. Este enfoque multidisciplinario subraya la relevancia del estudio no solo en términos científicos sino también en su aplicabilidad práctica en la industria pesquera, la nutrición humana y la gestión de recursos marinos (IMARPE, 2023).

1.5 Delimitación del estudio

Este estudio se delimita al análisis de datos específicos: talla, peso y porcentaje de juveniles de anchoveta, los cuales fueron procesados industrialmente para la extracción de aceite de pescado en la planta pesquera industrial situada en Carquin. Por ello, el enfoque se centra en la determinación de los perfiles de ácidos grasos, particularmente el EPA (ácido eicosapentaenoico) y el DHA (ácido docosahexaenoico), constituyentes esenciales

para evaluar el valor nutricional del aceite obtenido (IMARPE, 2024).

La recolección de datos se llevó a cabo durante un periodo definido, desde el 4 de mayo de 2022 hasta el 8 de agosto de 2023, lo que permitió un análisis detallado y contextualizado de las variaciones en la composición de ácidos grasos en función de los índices biométricos mencionados. La aplicabilidad de sus hallazgos se realizó en el contexto de la industria pesquera de Carquin.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Zhou, *et al.* (2019), su estudio aborda el concepto de cosecha equilibrada, propuesto para reducir el impacto ambiental de la pesca mientras se mantiene o aumenta el rendimiento pesquero, un tema de creciente interés y debate. Analiza teorías, estudios de modelado, evidencia empírica, así como marcos legales y políticos, empleando una revisión exhaustiva de literatura y análisis de casos prácticos para evaluar su viabilidad y eficacia. Los resultados indican que, aunque la cosecha equilibrada tiene el potencial de alinear la pesca con objetivos de conservación y mejorar los rendimientos, su implementación enfrenta desafíos significativos, incluyendo la necesidad de adaptaciones en la gestión pesquera y la consideración de factores socioeconómicos. Concluye que la cosecha equilibrada, adaptable a diversos contextos y escalas, requiere más investigación y discusión objetiva para facilitar su aplicación práctica en un enfoque ecosistémico de la pesquería, destacando la importancia de considerar tanto la ciencia como las decisiones legales y sociales en su implementación.

Wen, *et al.* (2023) en su estudio “La oxidación concomitante de ácidos grasos distintos del DHA y el EPA desempeña un papel en el mal olor característico del aceite de pescado”. objetivo determinar la relación específica entre los olores del DHA y EPA oxidados y el del aceite de pescado y si los ácidos grasos distintos de estos dos PUFA hacen una contribución significativa. Se aplicó un enfoque analítico novedoso que consistió en la combinación de cromatografía de gases-espectrometría de movilidad iónica (GC-IMS) y análisis discriminante de mínimos cuadrados parciales ortogonales (OPLS-

DA) para identificar diferencias en los componentes volátiles entre el aceite recombinante y el aceite de pescado. El aceite de anchoveta que contenía 19,0 % de DHA y 9,9 % de EPA fue el aceite seleccionado como representativo de los aceites de pescado. Se descubrió que los malos olores provocados por los dos principales PUFA ω -3 en el aceite de pescado, es decir, DHA y EPA, eran diferentes de los del aceite de pescado. Los resultados mostraron que puede estar implicada la oxidación simultánea de ácidos grasos distintos del DHA y el EPA. Los malos olores del aceite de pescado se simularon con éxito combinando muestras oxidadas de DHA, EPA y aceite de girasol . Por lo tanto, la oxidación de los ácidos oleico y linoleico también contribuyó a los malos olores en el aceite de pescado.

Salma, *et al.* (2021). La anchoveta *Engraulis encrasicolus* tiene potencial como alimento. este estudio tiene como objetivo medir y evaluar el contenido de EPA (ácido eicosapentaenoat) y DHA (ácido docosahexaenoico), del extracto de aceite de anchoa *Engraulis encrasicolus*. La anchovetaus se obtuvieron de aguas marinas en la ciudad de Kendari, provincia de Sulawesi, sudeste. Estas se almacenan en un recipiente/termo refrigerante que previamente se ha llenado con hielo seco. Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Farmacia de la Universidad Halu Oleo Kendari. el proceso de extracción utilizó el método Soxhlet, midiendo y analizando el contenido de EPA y DHA mediante espectrometría UV/Vis. Se encontró que 25 mg de aceite de Anchoa *Engraulis encrasicolus* produjeron niveles de DHA de 145,5 mg/g (14,5%) y niveles de EPA de 97,15 mg/g (7,71%). La anchoa *Engraulis encrasicolus* es un potencial alimento funcional utilizado para brindar protección contra enfermedades asociadas con trastornos metabólicos e hiperlipidemia en la dieta.

Chávez *et al.* (2021) investigan el desempeño de las pesqueras de anchoveta en el Pacífico Sudeste, analizando cómo las condiciones institucionales y socioeconómicas impactan los stocks compartidos entre el sur de Perú y el norte de Chile. El objetivo es comprender la influencia de los insumos en el rendimiento mediante el uso de Indicadores de Rendimiento de Pesquerías (FPI), combinando evaluaciones expertas e información secundaria para una visión comparativa entre países. Los resultados indican similitudes en insumos entre las pesquerías de ambos países, pero destacan un mejor rendimiento en la etapa de cosecha en Chile, atribuido a factores como la organización pesquera, la concentración y la integración vertical. Este estudio concluye que las diferencias de rendimiento están vinculadas a estructuras institucionales y de mercado, aspectos usualmente externos al alcance directo de los gestores pesqueros, resaltando la necesidad de considerar estos factores en la gestión pesquera.

Plaza-Vega y Araya (2024). En su estudio “El desempeño de las pesquerías de poblaciones de peces compartidas en diferentes condiciones institucionales y socioeconómicas: evidencia de la pesquería de anchoveta en el Pacífico Sudeste”. Exploran la dinámica poblacional de la anchoveta y sardina en el norte de Chile, analizando los efectos de variables ambientales mediante modelos Generalizados Autoregresivos Condicionales Heterocedásticos (GARCh), que capturan las fluctuaciones de varianza a lo largo del tiempo. Su metodología innovadora incorpora un término adicional en la varianza de los modelos GARCh, combinado con un procedimiento híbrido de Aproximación Bayesiana Computacional (ABC) y estructuras de Aprendizaje Profundo para una estimación precisa de parámetros y distribuciones posteriores. Esta aproximación ofrece un nuevo modelo para las series temporales que mejora

significativamente la explicación de la varianza condicional mediante variables exógenas. Los resultados del estudio revelan una interacción compleja entre factores ambientales y la estructura poblacional de las especies estudiadas, evidenciando adaptaciones al estrés ambiental. Esto subraya la necesidad de integrar consideraciones ambientales en la gestión y conservación pesquera. Además, destaca el valor nutricional de los ácidos grasos EPA y DHA, fundamentales tanto para la salud humana como para la del ecosistema marino.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Vega (2023). En su estudio Refinado de aceite crudo de pescado de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la Empresa BIOPEX SAC. Entre uno de sus objetivos en fase 4 está la de separar los ácidos grasos saturados de los insaturados basándose en las diferencias de los puntos de fusión de los ácidos grasos, 46 que se ven afectados por la longitud de la cadena y el grado de insaturación. El aceite de pescado de la anchoveta peruana, es un sub producto de la fabricación de harina de pescado y que inicialmente se arrojaba al mar o se quemaba en calderas, actualmente es la fuente disponible más rica de ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados EPA y DHA.

Pariona-Velarde, *et al.* (2020). Características nutricionales de un concentrado proteico de anchoveta peruana. El objetivo del presente estudio es presentar un nuevo concentrado proteico de anchoa y compararlo con otros productos pesqueros similares. Se preparó un concentrado de proteína al 76,4% a partir de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) (APC) fresca mediante tratamiento ácido con ácido cítrico al 1%, solubilización con cloruro de sodio al 1% y procesos de precipitación isoeléctrica. La grasa restante fue del 5,2% y 0,51 A w indica una buena estabilidad. Cuando APC se rehidrató durante 10 minutos, tuvo un aumento de peso inicial de 3,5. Aportaba un 17,8% de proteínas de muy

alta calidad nutricional, siendo sólo deficiente el contenido de histidina en niños de 1 a 2 años. El contenido de grasa en APC ofreció 33,4% de EPA+DHA. No se observaron cambios en los aminoácidos esenciales/no esenciales (EAA/no EAA), ácidos grasos poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) o proporciones w6/w3 como resultado del proceso en la materia prima. Debido al alto contenido de sodio, se recomienda una porción de 25 g para cumplir con las recomendaciones nutricionales de la FAO. El APC puede considerarse una fuente importante de calcio (30 % de las necesidades de adultos y 35 % de los niños), fósforo (30 % de las necesidades de adultos y 52 % de los niños) y contenido de hierro (aproximadamente 20 % de las necesidades de adultos y niños). La APC es una proteína importante de alta calidad que proporciona ácidos grasos w-3, calcio, fósforo y hierro.

Castillo, *et al.*, (2023), en su investigación realizada sobre las características de la anchoveta, tuvo propósito central examinar las dinámicas oceanográficas y su impacto en la estructura y distribución de tallas de la anchoveta (*Engraulis ringens*), utilizando la ley de tolerancia de Shelford como marco teórico. Mediante el análisis de datos de Cruceros de Evaluación Hidroacústica y satélites (HYCOM y MODIS) sobre variables como temperatura y salinidad entre los años 2011 y 2020, se identificaron patrones clave. Las áreas de estrés fisiológico presentaron temperaturas y salinidades superficiales más elevadas que en zonas costeras, con variaciones en la composición de los cardúmenes entre estaciones. La investigación reveló una predominancia de juveniles, especialmente individuos mayores de 12cm en zonas de estrés. Estos hallazgos evidencian la influencia de factores ambientales en las características poblacionales de la anchoveta, resaltando la adaptación a condiciones de estrés y la necesidad de incorporar estos aspectos en la

gestión pesquera y estrategias de conservación para mitigar los efectos del cambio ambiental.

Ordoñez y Hernández (2015) en su investigación denominada “Efecto del proceso de elaboración de la conserva desmenuzado de anchoveta (*Engraulis ringens*) sobre los ácidos grasos poliinsaturados omega3”, su objetivo principal fue determinar el efecto del proceso de elaboración de la conserva de “desmenuzado de anchoveta” con énfasis en los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y el contenido real de estos en la conserva, obtuvieron como resultado 21.2% de EPA y 15.8% de DHA en filete crudo sin piel, disminuyendo en la precocción y esterilización a 20.8% y 15.5% respectivamente; el nivel de histamina de 2.2 ppm, bases volátiles totales de 9.34 mg% y la prueba de esterilidad indicaron que es un producto inocuo. Los autores concluyeron que el proceso de elaboración de la conserva no afecta de manera significativa el contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3.

2.2 Bases teóricas

La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), es una especie del ecosistema pelágico peruano caracterizada por su pequeño tamaño, corta esperanza de vida y capacidad de rápido crecimiento, destaca dentro del ecosistema de la corriente de Humboldt por su capacidad de experimentar un crecimiento poblacional acelerado en comparación con otras especies marinas. Este rasgo la convierte en el componente más significativo de dicho ecosistema, aunque la gestión de su pesquería se enfrenta a retos notables debido a la considerable e impredecible variabilidad ambiental que domina este hábitat pelágico peruano (IMARPE, 2024).

En el ecosistema marino peruano, los pescadores, las aves marinas y los lobos marinos se destacan como los depredadores dominantes de la anchoveta (Muck y Pauly, 1987, Muck y

Fuentes, 1987, citado por Bertrand *et al.*, 2008). Esta especie tiene un rango de distribución que va desde punta Aguja en Perú hasta Talcahuano en Chile; sin embargo, presenta una distribución no uniforme, en donde las mayores concentraciones de la biomasa de anchoveta se han encontrado en el centro y norte del litoral peruano (SPDA, 2023).

Tal como lo manifiesta Bouchon (2018), la anchoveta desempeña un papel fundamental en la red trófica del sistema de afloramiento del océano peruano siendo especie importante de la cadena alimenticia, manteniéndose como una especie que se alimenta de plancton, sin variaciones significativas en su dieta desde 1953 hasta 2008. Investigaciones recientes sobre su alimentación, específicamente en lo que respecta al aporte de carbono, reafirman su carácter planctívoro, con los eufáusidos siendo su principal fuente de alimento, seguidos por los copépodos. El zooplancton constituye entre el 80 y el 95% de su dieta (Espinoza & Bertrand, 2008; James & Findlay, 1989; James, 1987). Aunque el fitoplancton es frecuentemente consumido y numéricamente relevante, representa solo una fracción menor de su alimentación total.

La anchoveta es una especie desovadora parcial que puede desovar a lo largo de todo el año en el mar peruano, especialmente entre Chicama y Chimbote, y del Callao hasta Pisco. Su ciclo reproductivo, determinado por el índice gonadosomático (IGS), ocurre principalmente de julio a febrero, con una actividad reproductiva pico en los meses de invierno-primavera austral (julio-octubre), aunque en algunos años se extiende al verano. Este ciclo coincide con el máximo afloramiento en la región norte-centro de Perú. Eventos como El Niño generan cambios significativos en las condiciones oceanográficas, afectando directamente la reproducción de la anchoveta, sus niveles poblacionales y su comportamiento, a menudo resultando en disminución de poblaciones y aumentos en la mortalidad por pesca. La intensidad reproductiva varía

esperando condiciones más favorables, afectada por estrés, pérdida de peso, y la presión de nuevas especies predatoras (SPDA, 2023).

En ese sentido, se puede resumir que la anchoveta (*Engraulis ringens*), comúnmente conocida como anchoveta peruana, es una especie clave en el ecosistema marino del Pacífico Sudeste, extendiéndose a lo largo de las costas de Perú y Chile, desde los 03°30' hasta los 37°00'S. Este pez, de coloración que varía desde azul oscuro a verdoso en su parte dorsal y plateado en el vientre, juega un rol crucial no solo en la red trófica marina sino también en la industria pesquera debido a sus hábitos altamente gregarios, los cuales permiten la formación de enormes cardúmenes y, por ende, facilitan capturas de gran magnitud. La anchoveta se divide en dos principales stocks: el norte-centro de Perú (03°30' – 16°00'S), que ostenta las mayores concentraciones, y el stock sur de Perú – norte de Chile (16°01' – 24°00'S), adaptándose a variaciones de salinidad entre 34.5 y 35.1 UPS (SPDA, 2023).

Tabla 1

Ficha de datos de la anchoveta

Atributo	Descripción
Nombre Científico	<i>Engraulis ringens</i>
Nombre Común	Anchoveta
Distribución	Pacífico Sudeste (Perú y Chile, entre 03°30'S y 37°00'S)
Stocks Principales	Norte-centro de Perú (03°30' – 16°00'S) y Sur Perú – Norte Chile (16°01' – 24°00'S)
Hábitos	Gregarios, formando grandes cardúmenes
Salinidad	34.5 - 35.1 UPS
Coloración	Azul oscuro a verdoso en el dorsal, plateado en el vientre
Tamaño	15 cm de longitud
Peso	20 gramos de peso

Fuente: elaborado y adaptado de: León Chang, Miguel (2021). Cadena de valor de la anchoveta para consumo humano. Ministerio de la Producción-Programa Nacional de innovación en pesca y acuicultura. IMARPE (2017).

Según el Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2019a), la taxonomía de la especie *Engraulis ringens* se clasifica de la siguiente manera:

- Reino: Animalia
- Filo: Chordata
- Subfilo: Vertebrado
- Superclase: Actinopterygii
- Clase: Teleostei
- Orden: Clupeiformes
- Familia: Engraulidae
- Género: *Engraulis*
- Especie: *Engraulis ringens*

2.2.1 Importancia de la anchoveta

En el contexto peruano, los individuos de mayor tamaño se denominan anchoveta, mientras que los más pequeños, conocidos como peladilla, y son considerados juveniles. Según estudios previos, los individuos adultos se identifican a partir de los 12 cm de longitud, mientras que los juveniles son considerados en la pesquería como reclutas, con tallas que oscilan entre 3.75 y 4.75 cm a una edad de 3 meses. (Jordán & Chirinos de Vildoso, 1965; Pauly *et al.*, 1987 citado por Reynaga Rojas, 2023).

Es por ello que en la Tabla 2, se puede observar una perspectiva general de los diversos roles e impactos de la anchoveta en el ecosistema marino, la nutrición humana, la pesca, la gastronomía, el turismo y su biología, reflejando su importancia central en varios aspectos socioeconómicos y ambientales.

Tabla 2*Importancia del recurso anchoveta*

Aspecto	Descripción
Ecosistema	Constituye un elemento vital del sistema de la corriente de Humboldt, transformando el fitoplancton en fuente de alimentación para especies como el jurel, el bonito, la caballa y el atún, así como para lobos marinos y aves marinas.
Nutrición	La anchoveta es una fuente excepcional de micronutrientes escasos en la dieta básica, conteniendo lisina, aminoácidos esenciales y minerales como el potasio y el fósforo en cantidades superiores a las carnes tradicionales, junto a vitaminas A y D, y ácidos grasos EPA y DHA de la omega 3.
Pesca Artesanal	Vital para la economía local, la pesca artesanal de anchoveta sostiene empleos en la pesca, transporte y procesamiento, beneficiando aproximadamente a 250,000 personas en Perú directa o indirectamente.
Pesca Industrial	Desde hace décadas, el 98% de la captura se transforma en harina y aceite de pescado, productos primordiales para la acuicultura y alimentación de animales de granja, siendo estos exportados a nivel global.
Gastronomía	Apoya la diversidad culinaria peruana, siendo ingrediente clave en platos tradicionales y contribuyendo al reconocimiento de Perú como destino culinario de primer nivel en Sudamérica.
Turismo	Ayuda a mantener la fauna costera, como aves y lobos marinos, que son de gran interés turístico y generan ingresos para las comunidades locales.
Biología	Las anchovetas, pertenecientes a la familia Engraulidae, se distinguen por su forma alargada y tamaño reducido, y se distribuyen a lo largo de las costas de Perú y Chile, siendo una de las cinco especies americanas del género Engraulis.
Impacto Económico	A través de la pesca, tanto artesanal como industrial, la anchoveta impulsa la economía al ser un recurso esencial en distintos sectores como la alimentación humana y animal, el turismo y la gastronomía, evidenciando su importancia multidimensional en el contexto peruano y más allá.

FUENTE: elaborado y adaptado de León Chang, Miguel (2021). Cadena de valor de la anchoveta para consumo humano. Ministerio de la Producción-Programa Nacional de innovación en pesca y acuicultura.

Tabla 3

Composición proximal de la anchoveta. Tomado de Instituto del Mar del Perú (IMARPE) & Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP) 1996

Componente	Promedio (%)
Análisis Proximal	
Humedad	70.8
Grasa	8.2
Proteína	19.1
Sales minerales	1.2
Energía Kcal/ 100 gr	185
Ácidos Grasos	
C20: 5 Ac. Eicosapentaenoico – EPA	18.7
C22: 6 Ac. Docosahexaenoico – DHA	9.2
C16: 1 Ac. Palmitoleico – Omega 7	10.5
Minerales Macroelementos	
Sodio (mg/ 100 gr)	78
Potasio (mg/ 100 gr)	241.4
Calcio (mg/ 100 gr)	77.1
Magnesio (mg/ 100 gr)	31.3
Microelementos	
Hierro (ppm)	30.4
Cobre (ppm)	2.1

Fuente: IMARPE/ITP. Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. 1996. Maza (2019)

2.2.2 Índices Biométricos

Entender la biología reproductiva de los peces resulta crucial para el manejo eficiente y la explotación sostenible de los recursos pesqueros, ya que la adquisición de conocimiento sobre datos precios en los procesos reproductivos de estas especies es fundamental en las investigaciones científicas zonales permitiendo evaluar la explotación

y los parámetros biológicos de la población, como la madurez y el crecimiento de los peces, para desarrollar estrategias o planes de gestión que fomenten el uso sostenible de los recursos. Asimismo, uno de los parámetros biológicos más importantes para evaluar y gestionar las pesquerías es el tamaño medio de madurez sexual (L50), que se define como el tamaño en el cual el 50% de los individuos de una población han alcanzado la madurez sexual. (Méndez-Espinoza *et al.*, 2020; Tessema *et al.* 2020).

La viabilidad del análisis de los ciclos vitales de peces se estructura en la equiparación de los datos de longitud y peso entre distintas localidades, especies y grupos. Por ende, el uso común de un índice para evaluar el "bienestar" de los peces basado en la relación longitud-peso; un factor, esencial para la biología pesquera, ayuda a examinar la salud de las poblaciones pesqueras, diferenciar grupos bajo variadas condiciones e identificar factores ambientales críticos para optimizar la producción pesquera (Wagaw, *et al.*, 2023).

Es necesario indicar que algunos índices biométricos, son regulados dentro de la normatividad Peruana, dado que estos recursos dentro de la zona del Perú, son considerados patrimonio de la nación; es así que en su artículo 9, señala: “Artículo 9.- El Ministerio de la Producción, sobre la base de evidencias científicas disponibles y de factores socioeconómicos, determina, según el tipo de pesquerías, los sistemas de ordenamiento pesquero, las cuotas de captura permisible, las temporadas y zonas de pesca, la regulación del esfuerzo pesquero, los métodos de pesca, las tallas mínimas de captura y demás normas que requieran la preservación y explotación racional de los recursos hidrobiológicos.” (Ministerio de Producción [PRODUCE], 2024).

2.2.3 Talla

FAO (2024), manifiesta que la estructura de tallas de las capturas proporciona información crucial para evaluar el estado actual de un recurso pesquero. Esta información permite estimar el crecimiento, la selectividad, el tamaño del stock y la mortalidad por pesca. Además, ayuda a evaluar la proporción de juveniles capturados y tomar medidas para evitar la sobreexplotación. La variación en las dimensiones de los peces capturados representa una información crucial para evaluar la condición actual de los recursos marinos explotados. Analizando estas medidas, es posible deducir la evolución y la variabilidad espacial y temporal de la población, así como identificar cuáles tamaños son más frecuentemente atrapados, estimar la población total y determinar el nivel de mortalidad ocasionado tanto por la pesca directa como por otras causas. Este análisis poblacional en pesquerías permite determinar la proporción de individuos jóvenes capturados, lo que ayuda a implementar medidas para evitar la sobreexplotación de recursos al capturar especímenes antes de que alcancen la madurez, reduciendo el riesgo de agotamiento de dichos recursos.

El tamaño medio para alcanzar la madurez sexual constituye un indicador reproductivo crucial en el análisis de poblaciones pesqueras, ya que establece el límite que diferencia la porción madura del total del stock piscícola. Este se evalúa en ambos géneros a través de la elaboración de una curva de madurez, la cual se elabora calculando el porcentaje de ejemplares maduros por categoría de tamaño a lo largo del ciclo reproductivo (FAO, 2024).

Posteriormente, los datos recolectados se modelan siguiendo una curva sigmoidea simétrica, mediante el empleo de un método de regresión no lineal por iteración. Uno de

los parámetros biológicos más importantes para evaluar y gestionar las pesquerías es el tamaño medio de madurez sexual (L_{50}), que se define como el tamaño en el cual el 50% de los individuos de una población han alcanzado la madurez sexual. Este parámetro biológico se utiliza para estimar la fracción madura de una población de peces y puede ayudar a establecer las tallas mínimas de captura (TMC). Siendo que se debe destacar la importancia medular de la curva de madurez sexual para determinar el punto en el que el 50% de los individuos de ambos sexos exhiben signos de actividad gonadal (Sánchez-Valdez, *et al.*, 2024).

Este parámetro, que varía entre especies, es fundamental para determinar la talla mínima legal de captura. Por ejemplo, se ha observado que la anchoveta alcanza su madurez sexual cuando mide aproximadamente 12 cm. La estimación del crecimiento de los peces pelágicos suele realizarse mediante el análisis de la frecuencia de tallas en periodos mensuales o anuales (Gutiérrez, 2021).

2.2.4 Porcentaje de juveniles

El porcentaje de juveniles es una variable clave para el manejo adaptativo en las pesquerías, el cual es utilizado a una escala diaria para monitorear y vedar las áreas con alta incidencia de juveniles (RM N° 215-2015- PRODUCE).

Se refiere a los especímenes de anchoveta que aún no han alcanzado la madurez sexual y, por lo tanto, no se han reproducido. Estos individuos constituyen un porcentaje significativo de la población total y su identificación (en caso de Perú) suele realizarse en los controles de captura efectuados por el IMARPE en las flotas pesqueras (Murrugarra, 2021).

$$\% \text{ juveniles} = \frac{\text{Número de ejemplares} < 12 \text{ cm}}{\text{Número total de ejemplares medidos}} * 100$$

% de juveniles, calculado según RM-N° 209-2001-PE el porcentaje de juveniles aceptable (tolerancias) es 10%.

2.2.5 Peso

Aproximadamente de 100 kg de pescado fresco se pueden producir en promedio 1 Kg de aceite y 20 kg de harina, dependiendo del contenido graso del pescado el cual no debe ser inferior al 3% del peso del pescado crudo con el fin de ser económicamente viable (SPDA, 2023).

2.2.6 Aceite de anchoveta

Este aceite se origina principalmente de la industria de harina de pescado, comenzando su producción significativa en Perú alrededor de 1947. Inicialmente considerado un subproducto de poco valor, su importancia creció notablemente desde 1952, y su aplicación se diversificó desde su uso en la fabricación de manteca hasta la producción de combustibles y, más tarde, como ingrediente en la alimentación humana y animal. A partir de los años 80, se destaca por su rica fuente de omega 3, convirtiéndose en un suplemento alimenticio valioso por su contenido de ácidos grasos esenciales (The Marine Ingredients Organisation [IFFO], 2017).

Asimismo, es necesario considerar que el aceite de pescado como fuente de ácidos grasos se reconoce como un subproducto valioso de la industria pesquera (Shahidi & Finley, 2001), derivado principalmente durante la fabricación de harina de pescado de especies marinas grasas como la anchoveta, caballa y sardina, principalmente. Este aceite

inicialmente materia prima secundaria ha evolucionado de ser un desecho a un producto de alto valor debido a su rica composición en ácidos grasos omega-3, siendo Perú uno de los principales productores a nivel mundial. (Alonso y Chuqui, 2019).

El aceite de pescado en el contexto de la industria pesquera, particularmente derivado de la anchoveta, ha experimentado una considerable transformación de ser considerado un subproducto de bajo valor en la industria de la harina de pescado a convertirse en un recurso de alta valía. Este cambio, notablemente impulsado en Perú desde mediados del siglo XX, ha sido motivado por su enriquecida composición en ácidos grasos omega-3. A lo largo de los años, y especialmente desde los años 80, el aceite de anchoveta ha ganado reconocimiento no solo como insumo en la producción de manteca y combustibles, sino también como un suplemento alimenticio esencial, gracias a su concentración de omega 3 y porque no decirlo se está utilizando en la industria medicinal. Este giro en la percepción y utilización del aceite de pescado refleja su evolución desde un desperdicio de la producción de harina hacia un componente crítico en la nutrición humana y animal, posicionando a Perú como líder global en su producción (Rossel y Chuqui, 2019).

2.2.7 EPA (Ácido Eicosapentaenoico) y DHA (Ácido Docosaheptaenoico)

Son ácidos grasos poliinsaturados omega 3 esenciales que el cuerpo humano no puede producir por sí solo y que deben ser obtenidos a través de la dieta. Estos componentes son fundamentales para la formación de membranas celulares y juegan un papel crucial en la regulación de procesos cerebrales, la presión sanguínea, el colesterol, así como en la respuesta inflamatoria y alérgica. Particularmente, la anchoveta es una excelente fuente de estos (National Institutes of Health [NIH], 2022).

2.2.8 Ácidos grasos

Relación con peso, talla y porcentaje de juveniles: La composición de ácidos grasos como EPA y DHA en el aceite de anchoveta, y su impacto en la salud humana, resalta la importancia de una gestión pesquera sostenible que permita el mantenimiento de stocks saludables de anchoveta, especialmente a través del monitoreo de la talla y peso de las capturas. La preservación de un equilibrio entre los especímenes juveniles y adultos capturados asegura no solo la sostenibilidad de la especie sino también la calidad y beneficios del aceite derivado, fundamentales para la nutrición humana. Es así que la concentración de EPA y DHA en el aceite de pescado puede influir significativamente en la nutrición y la salud de poblaciones humanas, especialmente en la prevención de enfermedades crónicas. Esto subraya la importancia de prácticas de pesca sostenibles que promuevan la conservación de stocks de peces, especialmente juveniles, para asegurar la continuidad de una fuente rica y saludable de aceite de pescado (NIH, 2022).

Tabla 4

Principales especies de peces marinos y porcentaje de ácidos grasos.

Especies	Nombre Científico	EPA (%)	DHA (%)	EPA+DHA (%)
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	18.7 (22*)	9.2 (9*)	27.9 (31*)
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	14.1	16.3	30.4
	<i>peruanus</i>			
Jurel	<i>Trachurus Picturatus</i> trachurus	15.1	12.9	28.0
Machete	<i>Ethmidium maculatum</i>	22.8	8.1	30.7
Merluza	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	13.8	25.7	39.7
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	19.7	5.3	25.0
Atún*	<i>Thunnus spp.</i>	6.0	22.0	28.0
Arenque*	<i>Clupea harengus</i>	14.0	8.0	22.0
Salmón*	<i>Salmo salar</i>	7.0	11.0	18.0

Fuente: Adaptado de: *Resolución Ministerial N° 209-2001-PE (26 junio 2001)*; Flores (2006)

La concentración de EPA y DHA en el aceite derivado de pescado depende de diversos factores destacando la especie de pescado, su procedencia, la temporada de captura y su dieta alimentación de los peces. Resulta fundamental señalar que el fitoplancton y las algas microscópicas constituyen la fuente primordial de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) en la dieta de los peces, acumulándose en ellos a través de su consumo (NIH, 2022).

2.2.9 Efectos en los ácidos grasos EPA y DHA

NIH (2022), asegura que los ácidos grasos omega-3 de cadena larga, EPA y DHA, presentes en aceites de pescados como atún, jurel y salmón, ofrecen beneficios clínicos, especialmente por sus propiedades antiinflamatorias. Estos ácidos grasos se integran en las membranas celulares y contribuyen a la prevención y manejo de enfermedades inflamatorias, cardiovasculares y neurodegenerativas. Las investigaciones respaldan el potencial terapéutico de EPA y DHA en una variedad de condiciones de salud, subrayando su valor como suplementos nutricionales.

2.3 Bases filosóficas

En el estudio de los índices biométricos y sus influencias en la composición de ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta, el marco filosófico adoptado se basa en el realismo científico el cual guía la observación objetiva y cuantificación de los índices biométricos, mientras que el constructivismo informa la interpretación de los efectos de estos índices biométricos. El pragmatismo emerge en la aplicación de los hallazgos para mejorar la práctica de la industria pesquera y nutricional. Este enfoque pluralista abraza tanto la determinación empírica como la comprensión contextual de cómo las condiciones biológicas afectan la riqueza nutricional del aceite de anchoveta, ofreciendo una comprensión holística que

apoya tanto el avance teórico como las aplicaciones prácticas en nutrición y salud pública. Este marco filosófico refleja un compromiso con la excelencia científica en la investigación de alimentos funcionales y su potencial para impactar significativamente en el bienestar humano (Gutiérrez, 2021).

2.4 Definición de términos básicos

Anchoveta: Especie pelágica que habita en la zona sureste del Océano Pacífico, usualmente agrupada en grandes cardúmenes, cuyo rol es servir de alimento para animales marinos, aves y mamíferos (Monteferri, *et al.* 2020).

Especies de forraje: Las especies de forraje como la anchoveta requieren métodos de prevención y protección que son parte de un ecosistema indispensable para nuestro planeta. Por ello, se debe emplear una perspectiva preventiva que fije las TAC de estas especies complejas de cuantificar (SPDA, 2020).

LMTC: Límite Máximo Total de Captura que cada año es estipulado mediante el Ministerio de Producción, estructurado en observaciones y datos del IMARPE, para evitar la variabilidad en la sostenibilidad de la pesquería mediante un registro de evidencias y errores (Monteferri, *et al.* 2020).

Omega: Se refiere al número de átomos de carbono presentes desde el extremo de una cadena alifática, identificando a un ácido graso insaturado que podría tener efectos positivos en la salud (NIH, 2022).

Pelágico/a: Son vertebrados acuáticos, que se agrupan en cardúmenes y habitan en el piélago (cerca de la superficie del océano) en aguas superficiales o intermedias, incluyen sardinas, jurel y anchoveta, fundamentales en la producción de harina de pescado. Son esenciales tanto para la pesca artesanal como industrial, sujetos a regulaciones como vedas y cuotas para su

preservación (Monteferri, *et al.* 2020).

Pesca ilegal: Es el acto transgresor considerado un problema mundial que repercute en los ecosistemas marinos, originando destrucción de hábitats y menguando los beneficios que nos ofrece la naturaleza. Asimismo, se relaciona a diversos o se considera como el delito incipiente (SPDA, 2020).

Plancton: Agrupación de pequeños organismos animales y plantas que flotan y son llevados pasivamente por corrientes de agua dulce o salada (Di Dario, 2021).

ROP: Aquellos instrumentos normativos que contribuyen en el orden de la pesquería de forma integral sin intervención de vedas o LMTC. Siendo que actualmente 11 se encuentran en vigencia, para el conjunto de más de 100 especies marinas aprovechadas actualmente dentro del territorio peruano (SPDA, 2020).

Talla Mínima de Captura (TMC): Abarca la medición de la longitud total requerida para los recursos hidrobiológicos para su captura legal, cuyo origen parte del extremo del hocico hasta la cola del espécimen. Siendo que, el estándar entre hembras y machos tiene cuantificaciones diferentes de acuerdo al tamaño reproductivo, ante lo cual las hembras y su estudio es fundamental para contribuir con la garantía del proceso de pesquería (Monteferri, *et al.* 2020).

Trazabilidad: Herramienta con capacidad de registro para posterior identificación o rastreo de procedencia del pescado para su transformación mediante las etapas pertinentes (SPDA, 2020).

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

En qué medida los índices biométricos, se relacionan significativamente con

los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*), Carquin 2022 - 2023.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Existe relación significativa de la talla de la anchoveta con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).
- Existe relación significativa del peso de la anchoveta con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).
- Existe relación significativa del porcentaje de juveniles de la anchoveta con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

2.6 Operacionalización de las variables

Tabla 5

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V.I. Índices Biométricos	Son las tomas de peso y talla en la anchoveta y la verificación de los ejemplares juveniles de un lote de anchoveta	X.1.- Análisis biométricos	X.1.1.- Talla X.1.2.- Peso X.1.3.- Juveniles	Centímetros Gramos Porcentaje
V.D. Efectos en los Ácidos grasos (EPA y DHA)	Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) EPA y DHA son esenciales para el sistema inmunológico, lo cual desempeñan un papel beneficioso para la salud.	Y.1.- Análisis Cromatográfico de Gases.	Y.1.1.- Soluciones Químicas. Y.1.2.- Determinación de Ácidos Grasos.	Formulación Método Cromatográfico GTP23081 7.M

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El tipo de la investigación considerada investigación cuantitativa, de tipo aplicada, de nivel correlacional, ya que se fundamenta en el trabajo de investigación de resultados ya ejecutados de biometría de materia prima (*Engraulis ringens*), tabulación de estos datos, además de la determinación del perfil de Omegas 3 cuyos ácidos grasos en estudio son (EPA y DHA) de las muestras de aceite de pescado como resultado de la producción de Aceite de pescado.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Lo constituyen la cantidad de toneladas de anchoveta descargada por día en la Caleta de Carquin en el periodo 2022 - 2023. Esta población será de 1 000 kilogramos de anchoveta dividido en 23 días.

3.2.2 Muestra

- $Z_{95\%} = 1.96 \rightarrow$ Nivel de confiabilidad (nivel de confianza del 95%)
- $p = 0.5 \rightarrow$ Probabilidad de ocurrencia
- $q = 0.5 \rightarrow$ Probabilidad de no ocurrencia
- $P = 1\ 000\ \text{kg} \rightarrow$ Población
- $e_{5\%} = 0.05 \rightarrow$ Margen de error

$$n_0 = \frac{Z^2 \times p \times q \times P}{Z^2 \times p \times q + e^2 \times (P - 1)}$$

$$n_0 = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 \times 1000}{1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 + 0,05^2 \times 999}$$

$$n_0 = 277.74\ \text{kg} = 278\ \text{kg}$$

La muestra estuvo constituida por 278 kilogramos de observación.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Toma de muestras

Se realizó la toma de muestra de anchoveta aleatoria a la descarga de las embarcaciones pesqueras para realizar el análisis biométrico de las cuales tenemos datos de talla, peso y porcentaje de juveniles de lo representado en la pesca descargada de los 23 días que comprenden el trabajo de investigación.

Esta pesca descargada diaria se sometió a proceso industrial obteniendo el producto Aceite de pescado, teniendo esto procedimos a sacar una muestra de aceite de la de 0.5 L aproximadamente para realizar análisis de Cromatografía de gases para obtener el perfil de Omegas 3 de dicha muestra.

3.3.2 Preparación de muestras

Para el tratamiento de la muestra se realizó utilizando los siguientes lineamientos de preparación de muestra:

- 1.- Se utilizó un tubo de vidrio graduado de 10 ml, lo cual se agregó aceite de anchoveta y se llevó a una centrifuga con el objetivo de separar las impurezas (sólidos y humedad) de la parte oleica.
- 2.- Teniendo la muestra separada, se procedió a extraer con una bagueta de vidrio una gota de 0.025 gr del aceite centrifugado hacia un tubo de vidrio de 10 ml con tapa rosca.
- 3.- Seguidamente se procedió a agregar 1.5 ml de Hidróxido de Sodio NaOH al 0.5N en Metanol y se desplazó el oxígeno con gas Nitrógeno, luego de ello se llevó a una estufa con 100°C por 5 min.
- 4.- Luego se sacó de la estufa la muestra y se dejó enfriar a temperatura ambiente

30°C aproximadamente, seguidamente se procedió a agregar 2 ml de Trifluoruro de Boro al 12 % en Metanol y se volvió a desplazar el oxígeno con gas Nitrógeno, luego se llevó a calentar a la estufa con 100°C por 30 min.

5.- Luego se sacó la muestra y se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego se agregó 1 ml de Isooctano y se volvió a desplazar el oxígeno con gas Nitrógeno, posterior a ello se agito enérgicamente.

6.- Seguidamente se procedió a agregar 5 ml de solución Saturada de Cloruro de Sodio NaCl, seguidamente se volvió a desplazar el oxígeno con gas Nitrógeno, tapamos el tubo y volvimos agitar enérgicamente, luego se dejó reposar por 2 min.

7.- Finalmente se observó 2 fluidos separados (parte acuosa y parte oleica) notoriamente en el tubo de vidrio, la capa superior (parte oleica) se extrajo utilizando una micropipeta de 100 ml para agregar en un vial ámbar de 1ml, seguidamente se desplazó el oxígeno con gas Nitrógeno.

8.- Luego se colocó el vial ámbar en la bandeja del equipo de cromatografía, quedando listo para analizar.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

3.4.1 Tabulación de datos

Para la organización y análisis de los datos recolectados a través del cromatógrafo de gases, cuyos resultados se presentaron inicialmente en formato PDF, se procedió a su conversión y sistematización en una tabla de Excel. Este proceso permitió organizar la información de manera secuencial, basándose en las fechas de análisis, facilitando así una interpretación más clara y estructurada de los datos. Este método de ordenamiento resultó esencial para el posterior análisis estadístico y la interpretación detallada de las

variaciones en la composición de ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA) en las muestras de aceite de pescado.

3.4.2 Técnicas estadísticas

Para el análisis de los datos recabados en este estudio, se aplicaron técnicas estadísticas rigurosas, tanto descriptivas como inferenciales. En la fase descriptiva, se calcularon la media, la desviación estándar, los intervalos de confianza, así como los valores máximos y mínimos. La visualización de los datos se realizó mediante el Diagrama de cajas, Tablas y figuras para proporcionar una comprensión detallada de los conjuntos de datos. Para el análisis inferencial, se empleó el análisis de la varianza (ANOVA) y el modelo de regresión múltiple para contrastar las hipótesis planteadas, complementando estos métodos con el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la fuerza y la dirección de las relaciones entre variables. Estos procedimientos se llevaron a cabo utilizando software estadístico, específicamente Stata versión 16 y Excel versión 19, herramientas que facilitaron la gestión, el análisis y la interpretación precisa de los datos.

En el análisis descriptivo se tuvo en cuenta la media (M), la desviación estándar (DE) considerada medida de variabilidad; así mismo los intervalos de confianza a un nivel de confiabilidad del 95%. Para la correlación se consideró la correlación de Pearson. Para determinar el efecto se realizó mediante un ANOVA como prueba inferencial.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1. Análisis descriptivo de la materia prima

Tabla 6

Análisis descriptivo de captura de anchoveta 2022-2023

Variable	Obs	M	DE	Min	Máx	[95% Conf. Interval]	
Materia prima, (TM)	23	1278,37	555,95	339,06	2090,33	1037,96	1518,79
Aceite (TM)	23	20,329	16,58	1,38	50,77	13,16	27,50

La tabla 6, presenta las estadísticas descriptivas de la captura de anchoveta, medida en toneladas métricas (TM), durante el período de estudio de 2022 a 2023. Se recopilaron un total de 23 observaciones. La media de la captura de anchoveta fue de aproximadamente 1278,37 TM ($SD = 555,95$), con un rango que va desde 339,06 TM hasta 2090,33 TM. Se proporciona un intervalo de confianza del 95% para la media de la materia prima, que va desde 1037,96 TM hasta 1518,79 TM de anchoveta.

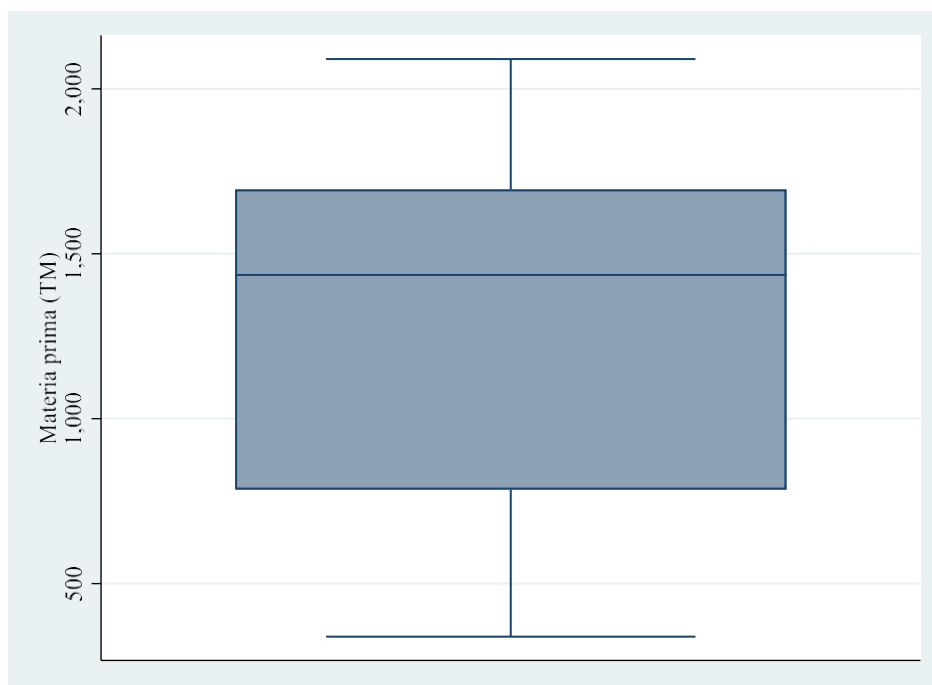
Tabla 7

Análisis descriptivo de cuantiles de captura de anchoveta 2022-2023.

Variable	Mediana (Cuartil 2= Q2)	Cuartil Q1	Cuartil Q3	Rango Intercuartílico (IQR)
Materia prima de (TM de anchoveta)	1435,79	784,88	1695,01	910,13

Figura 1

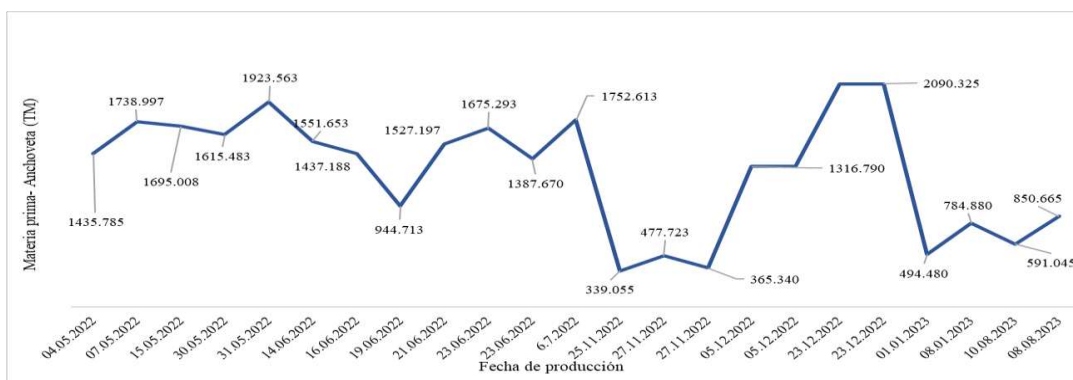
Diagrama de cajas de Materia prima.



En tabla 7 y la figura 1 presentan estadísticas descriptivas de la materia prima (anchoveta) en términos de los cuartiles (Q1), (Q2), y (Q3), así como el rango intercuartílico (IQR). Se observa que la mediana (Q2) para la materia prima es de 1435,79 TM, indicando que el 50% de los datos de captura de anchoveta tienen un valor igual o inferior a este; así mismo indica que el otro 50% de los datos de captura de anchoveta tienen un valor igual o mayor a este. El primer cuartil (Q1) muestra que el 25% de las observaciones tienen una captura de anchoveta de hasta 784,88 TM, mientras que el tercer cuartil (Q3) indica que el 75% de las observaciones tienen una captura de hasta 1695,01 TM. El rango intercuartílico (IQR) es de 910,13 TM, lo que señala la dispersión de los datos alrededor de la mediana.

Figura 2

Producción de materia prima-Anchoveta (TM).



En figura 2, se aprecian los datos que representan una serie de tiempo de la cantidad de materia prima de anchoveta procesada en toneladas métricas (TM), según los registros de fechas de producción. La serie abarca un período desde el 4 de mayo de 2022 hasta el 10 de agosto de 2023. La cantidad anchoveta procesada varía considerablemente en cada fecha de producción, con valores que oscilan desde 339,055 TM hasta 2090,325 TM. Se evidencia una notable variabilidad en los datos a lo largo del tiempo, lo que sugiere fluctuaciones en la producción.

Figura 3

Producción de materia prima-Anchoveta (TM) vs aceite obtenido.



En figura 3 se muestra cómo varían la materia prima de anchoveta procesada y las toneladas métricas de aceite producidas en función de la fecha de producción. En el eje x se representa la fecha de producción, mientras que en el eje y se representarán las toneladas métricas de materia prima de anchoveta procesada y de aceite producido.

4.1.2 Materia prima procesada

La figura 3 exhibe cierta irregularidad en la producción, con picos que probablemente se deban a variaciones en la disponibilidad de la materia prima, cambios estacionales u otros factores externos.

4.1.3 Toneladas Métricas de aceite

Al igual que la materia prima, las toneladas métricas de aceite también presentan variaciones a lo largo del tiempo. Sin embargo, la variabilidad parece ser menos pronunciada en comparación con la materia prima procesada.

Los valores de las toneladas métricas de aceite oscilan entre aproximadamente 1,380 TM (registrado el 27 de noviembre de 2022) y 50,770 TM (registrado el 14 de junio de 2022), lo que sugiere una producción de aceite relativamente estable en comparación con la materia prima.

La serie temporal del aceite parece seguir una tendencia similar a la materia prima, pero con menos variabilidad y con una producción de aceite que generalmente sigue la producción de materia prima, lo que indica una relación entre ambas variables.

En conjunto, estos datos sugieren una relación entre la cantidad de materia prima procesada y las toneladas métricas de aceite producidas, donde los cambios en la materia prima pueden influir en la producción de aceite. Además, la variabilidad en la producción de ambas variables a lo largo del tiempo puede estar influenciada por una variedad de

factores, incluida la disponibilidad de materia prima, la demanda del mercado y las condiciones ambientales.

Análisis químicos de la materia prima anchoveta.

Tabla 8

Análisis descriptivo de la materia prima de anchoveta.

	N	M	DE	Máximo	Mínimo	[95% Conf. Interval]		M (*)
Humedad (%)	23	77,53	0,99	79,74	75,51	77,1	77,96	70,8
Grasa (%)	23	3,35	1,04	5,29	2,09	2,9	3,8	8,2
Proteína (%)	23	15,52	0,46	16,77	14,46	15,32	15,72	19,1
Sales minerales (%)	23	3,53	0,14	3,86	3,35	3,47	3,59	1,2

FUENTE: (). Tomado de Instituto del Mar del Perú (IMARPE) & Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP) 1996*

La tabla 8 presenta datos de la materia prima anchoveta, en la que incluye la humedad, grasa, proteína y sales minerales, medidas en porcentajes (%), durante el período de estudio de 2022 a 2023. Se recolectaron un total de 23 muestras.

Los resultados muestran que la humedad promedio de la materia prima de la anchoveta fue de 77,53%, con una desviación estándar de 0,99. La grasa promedio fue de 3,35%, con una desviación estándar de 1,04. La proteína promedio fue de 15,52%, con una desviación estándar de 0,46. Por último, las sales minerales promedio fueron de 3,53%, con una desviación estándar de 0,14. Los resultados de la media varían con respecto al promedio de IMARPE

Se presentan intervalos de confianza del 95% para cada una de las variables medidas, lo que proporciona una estimación de la precisión de las medias poblacionales

de cada componente.

Estos resultados preliminares ofrecen una visión general de la composición de los ácidos grasos en la materia prima de la anchoveta durante el período de estudio, lo que contribuye a la comprensión de la relación entre los índices biométricos y los ácidos grasos EPA y DHA, como se plantea en los objetivos específicos del estudio.

4.1.4 Análisis biométricos

Aspectos biométricos: Talla, Peso, Porcentaje JUVENILES

Tabla 9

Análisis descriptivo de los aspectos biométricos de la anchoveta.

Variable	Obs	M (cm)	DE (cm)	Min	Máx	[95% Conf. Interval]	
Talla (cm)	23	12,03 (13*)	0,70	10,46	13,00	11,72	12,33
Peso (gr)	23	10,20	1,72	6,23	12,23	9,46	10,95
Juveniles (%)	23	31,86	21,62	5,78	81,08	22,51	41,21

Nota: (*) Resolución Ministerial N° 209-2001-PE (26 junio 2001)-10% de tolerancia máxima.

La tabla 9 presenta parámetros de estadística descriptivas de los aspectos biométricos de la anchoveta como: talla (cm), peso (gr), porcentaje de juveniles, durante el período de estudio de 2022 a 2023. Se analizaron un total de 23 observaciones para cada variable.

Los resultados indican que la talla promedio de la anchoveta fue de 12,03 cm, con una desviación estándar de 0,70 cm. El rango de tallas varió entre 10,46 cm y 13,00 cm. El

intervalo de confianza del 95% para la talla de la anchoveta se sitúa entre 11,72 cm y 12,33 cm.

Comparado con la normatividad vigente (13cm) la captura se encuentra dentro de la tolerancia respectiva 10%, según se evidencia en los intervalos de confianza.

En cuanto al peso, el promedio fue de 10,20 gr., con una desviación estándar de 1,72 gr. El rango de pesos osciló entre 6,23 gr. y 12,23 gr. El intervalo de confianza del 95% para el peso de la anchoveta se encuentra entre 9,46 gr y 10,95 gr.

Por último, en relación al porcentaje de juveniles, se registró un promedio de 31,86%, con una desviación estándar de 21,62%. El rango de porcentajes de juveniles varió entre 5,78% y 81,08%. El intervalo de confianza del 95% para el porcentaje de juveniles abarca desde 22,51% hasta 41,21%.

Análisis de gráficos de Caja.

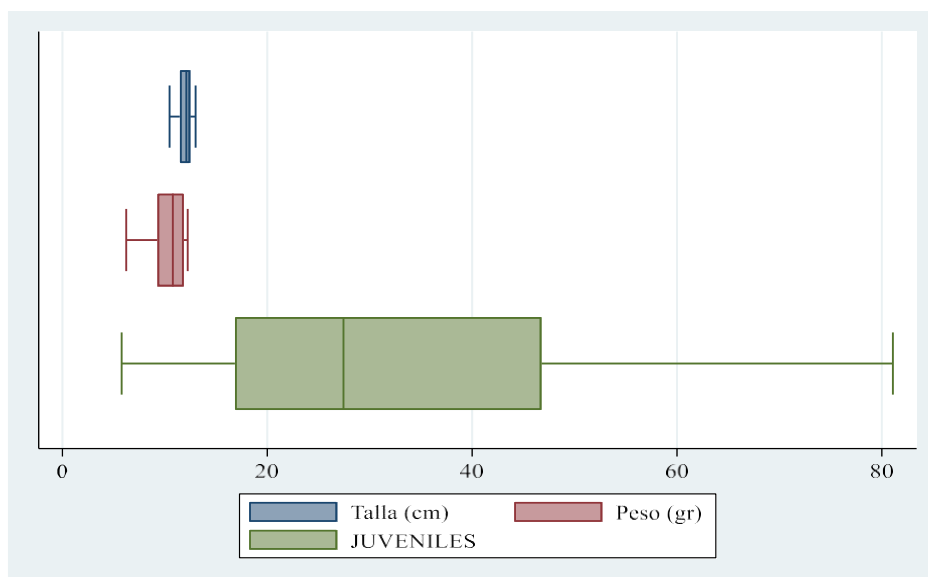
Tabla 10

Análisis descriptivo de cuantiles de aspectos biométricos de anchoveta 2022-2023.

Variable	Mediana (Cuartil 2= Q2)	Cuartil Q1	Cuartil Q3	Rango Intercuartílico (IQR)
Peso (gr)	10,78	9,27	11,86	2,59
Talla (cm)	12,10	11,46	12,48	1,02
Juveniles (%)	27,44	16,84	46,77	29,03

Figura 4

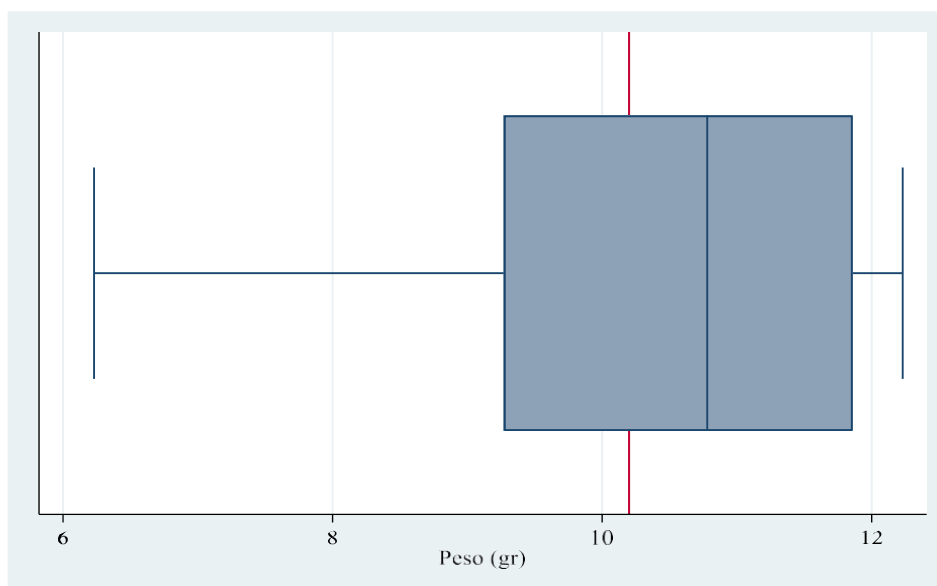
Producción consolidada de análisis biométrico de anchoveta.



En tabla 10 y la figura 4 presentan estadísticas descriptivas de los aspectos biométricos de la materia prima (anchoveta) en términos de los cuartiles (Q1), (Q2), y (Q3), así como el rango intercuartílico (IQR).

Figura 5

Análisis biométrico peso (g).



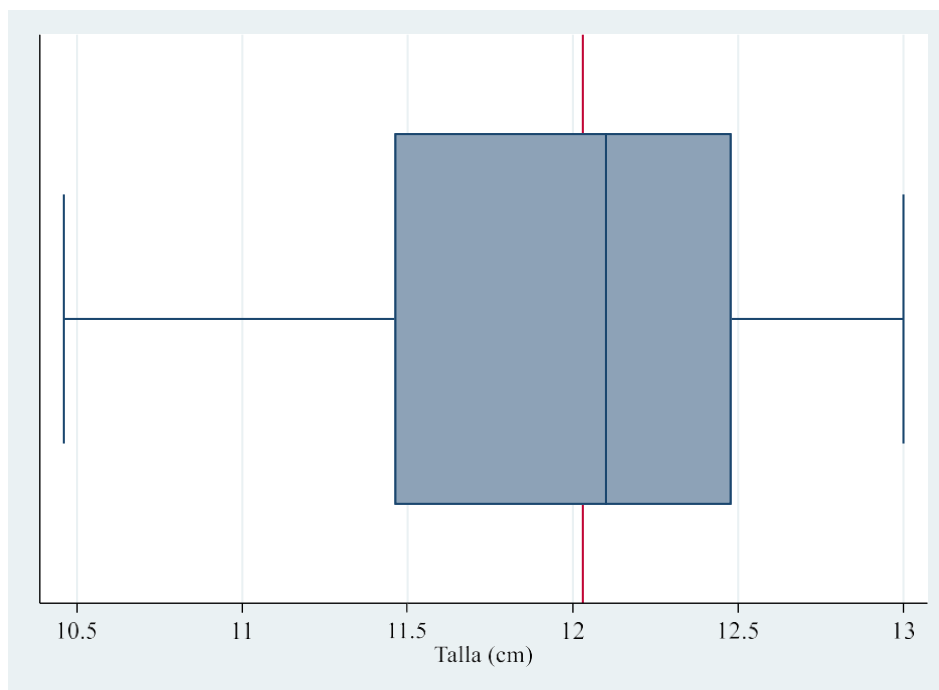
Con respecto al peso.

En tabla 10 y figura 5 se observa que la mediana (Q2) para el aspecto biométrico peso (gr) es de 10,78 gr, indicando que el 50% de los datos de peso de anchoveta tienen un valor igual o inferior a este; así mismo indica que el otro 50% de los datos de captura de anchoveta tienen un valor de peso igual o mayor a este. El primer cuartil (Q1) muestra que el 25% de las observaciones de captura de anchoveta tienen un peso de hasta 9,27 gr, mientras que el tercer cuartil (Q3) indica que el 75% de las observaciones tienen un peso de hasta 11,86 gr. El rango intercuartílico (IQR) es de 2,59 gr, lo que señala la dispersión de los datos alrededor de la mediana.

Análisis biométrico Talla.

Figura 6

Análisis biométrico talla (cm).

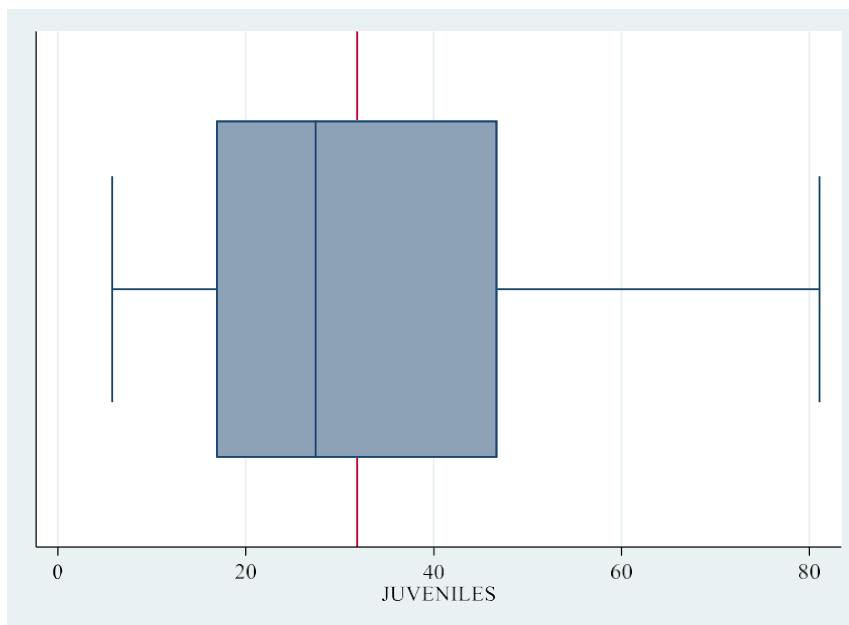


Con respecto a la talla.

En tabla 10 y figura 6 se observa que la mediana (Q2) para el aspecto biométrico talla (cm) es de 12,10 cm, indicando que el 50% de los datos de peso de anchoveta tienen un valor igual o inferior a este; así mismo indica que el otro 50% de los datos de captura de anchoveta tienen un valor de talla igual o mayor a este. El primer cuartil (Q1) muestra que el 25% de las observaciones de captura de anchoveta tienen un peso de hasta 11,46 cm, mientras que el tercer cuartil (Q3) indica que el 75% de las observaciones tienen un peso de hasta 12,48 cm. El rango intercuartílico (IQR) es de 1,02 cm, lo que señala la dispersión de los datos alrededor de la mediana.

Figura 7

Análisis biométrico porcentaje de juveniles.

**Con respecto a porcentaje de juveniles.**

En tabla 10 y figura 7 se observa que la mediana (Q2) para el aspecto biométrico porcentaje de juveniles (%) es de 27,44 %, indicando que el 50% de los datos de peso de

anchoveta tienen un valor igual o inferior a este; así mismo indica que el otro 50% de los datos el porcentaje de juveniles de captura de anchoveta tienen un valor igual o mayor a este. El primer cuartil (Q1) muestra que el 25% de las observaciones de captura de anchoveta tienen un porcentaje de hasta 16,84%, mientras que el tercer cuartil (Q3) indica que el 75% de las observaciones tienen un porcentaje de juveniles de hasta 46,77cm. El rango intercuartílico (IQR) es de 29,03cm, lo que señala la dispersión de los datos alrededor de la mediana.

4.1.5 Determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)

Tabla 11

Determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (Engraulis ringens).

Nombre	Ácidos grasos	Área (%)
Ácido Mirístico	C14:0	1,10
Ácido Miristoleico	C14:1	0,21
Ácido Palmítico	C16:0	9,11
Ácido Palmítoleico	C16:1 w7	2,95
Ácido Estearico	C18:0	2,34
Ácido Oleico	C18:1 w9	3,69
Ácido Vaccénico	C18:1 w7	0,09
Ácido Linoleico	C18:2 w6	0,62
Ácido Linolénico	C18:3 w3	0,33
Ácido Araquídico	C20:0	0,23
Ácido Eicosénico	C20:1 w9	0,43
Eicosadienoico	C20:2 w6	0,11
Ácido Cis-11,14,17-Eicosatrienoico	C20:3 w3	0,46
Ácido Eicosatetraenoico	C20:4 w3	0,03
Ácido Behénico	C22.0 w3	0,14

Ácido Eicosapentanoico-EPA	C20.5 w3	17,15
Ácido Erucate	C22:1 w9	0,12
Ácido Tricosanoico	C23.0	0,18
Ácido Lignoserate	C24:0	0,03
Ácido Nervonate	C24:1	1,00
Ácido Docohexaenoico-DHA	C22:6 w3Ac.	14,20

La Tabla 11 exhibe los resultados de la determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*), donde se identifican diferentes ácidos grasos detallados por su nombre y su respectiva designación química. Asimismo, se proporciona el área porcentual (%), que representa la proporción de cada ácido graso en la composición del aceite de anchoveta.

Entre los ácidos grasos identificados se encuentran el ácido mirístico, ácido miristoleico, ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido vaccénico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido araquídico, ácido eicosenoico, eicosadienoico, ácido cis- 11,14,17-eicosatrienoico, ácido eicosatetraenoico, ácido behénico, ácido eicosapentanoico (EPA), ácido erúcico, ácido tricosanoico, ácido lignosérico, ácido nervónico y ácido docosahexaenoico (DHA).

Se destaca la presencia significativa de ácidos grasos como el EPA (17,15%) y el DHA (14,20%), los cuales son ácidos grasos omega-3 considerados fundamentales para la salud humana. Estos hallazgos son fundamentales para comprender la composición nutricional del aceite de anchoveta y su potencial valor en aplicaciones alimenticias y de suplementación dietética.

4.1.6 Determinación cromatográfica de ácidos grasos en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*) (EPA, DHA).

Tabla 12

Determinación descriptiva de aceites grasos

Variable	Obs	M	DE	Min	Máx	[95% Conf. Interval]	
EPA	23	17,15	1,82	12,78	19,70	16,36	17,94
DHA	23	14,20	2,66	10,97	20,67	13,05	15,35
Aceites grasos Totales	23	31,35	1,50	28,62	35,49	30,70	32,00

En tabla 12 se presentan los resultados de la descripción detallada de los aceites grasos, que se detalla:

Ácido Eicosapentaenoico (EPA):

El promedio del porcentaje de EPA en el aceite de anchoveta es de 17,15%, con una desviación estándar que indica la variabilidad de los datos alrededor del promedio y es de 1,82%. El porcentaje más bajo de EPA encontrado en la muestra es del 12,78%, mientras que el más alto es del 19,70%.

El intervalo de confianza del 95% para el porcentaje de EPA en el aceite de anchoveta es de IC 95% [16,36; 17,94]. Esto significa que tenemos un 95% de confianza de que el verdadero valor del porcentaje de EPA en la población de aceite de anchoveta se encuentra dentro de este intervalo, valores que obtendríamos probablemente si repitiéramos este estudio muchas veces.

Ácido Docosaheptaenoico (DHA):

El promedio del porcentaje de DHA en el aceite de anchoveta es de 14,20%. La

desviación estándar es de 2,66%, lo que indica una mayor variabilidad alrededor de la media. El porcentaje más bajo de DHA encontrado en la muestra es del 10,97%, mientras que el más alto es del 20,67%.

El intervalo de confianza del 95% para el porcentaje de DHA en el aceite de anchoveta es de IC 95% [13,05; 15,35]. Esto significa que tenemos un 95% de confianza de que el verdadero valor del porcentaje de DHA en la población de aceite de anchoveta se encuentra dentro de este intervalo, valores que obtendríamos probablemente si repitiéramos este estudio muchas veces.

Aceites Grasos Totales:

El promedio del porcentaje total de aceites grasos en la muestra es de 31,35%, con una desviación estándar es de 1,50%, indicando una menor variabilidad en comparación con los ácidos grasos EPA y DHA. El porcentaje más bajo de aceites grasos totales encontrado en la muestra es del 28,62%, mientras que el más alto es del 35,49%.

El intervalo de confianza del 95% para el porcentaje total de aceites grasos en el aceite de anchoveta es de IC95% [30,70; 32,00]. De manera similar, con un 95% de confianza, esperaríamos que el verdadero valor del porcentaje total de aceites grasos en la población de aceite de anchoveta se encuentre dentro de este intervalo.

Tabla 13

Análisis descriptivo de cuantiles de aceites grasos de anchoveta 2022-2023.

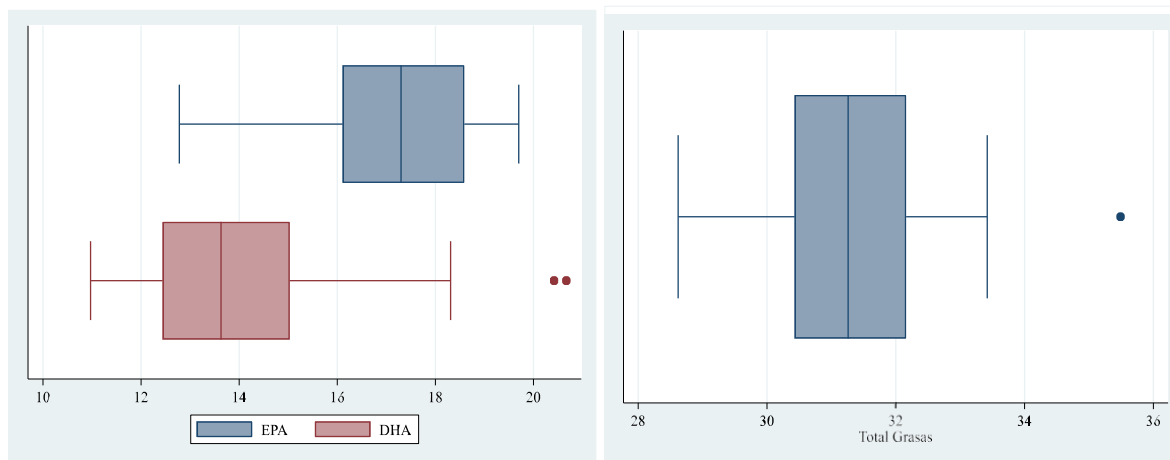
Variable	Mediana (Cuartil 2= Q2)	Cuartil Q1	Cuartil Q3	Rango Intercuartílico (IQR)
EPA	17,30	16,11	18,59	2,48
DHA	13,63	12,44	15,03	2,59
Aceites grasos totales	31,26	30,43	32,16	1,73

a)

b)

Figura 8

Diagrama de cajas de acetites: a) EPA y DHA. b) aceites grasos totales.



En tabla 13 y figura 8, se aprecian entre los valores el de EPA, DHA y de los aceites de anchoveta. La mediana representa el valor central de los datos y divide la distribución en dos partes iguales. Para el EPA, la mediana es de 17,30%; para el DHA, es de 13,63; y para los aceites grasos totales, es de 31,26. Esto significa que el 50% de los valores de EPA están por encima de 17,30, el 50% están por debajo de este valor, y lo mismo ocurre con el DHA y los aceites totales.

El cuartil Q1 representa el valor que divide el 25% inferior de los datos del 75% superior. Para el EPA, el 25% de los valores observados tienen menos de 16,11%; para el DHA, el 25% de los valores observados tienen menos de 12,44%; y para los aceites grasos totales, el 25% de los valores observados tienen menos de 30,43%.

El cuartil Q3 representa el valor que divide el 75% superior de los datos del 25% inferior. Para el EPA, el 75% de los valores observados tienen menos de 18,59%; para el DHA, el 75% de los valores observados tienen menos de 15,03%; y para los aceites grasos totales, el 75% de los valores observados tienen menos de 32,16%.

El rango intercuartílico es la diferencia entre el tercer y el primer cuartil (Q3 - Q1).

Representa la dispersión de los datos dentro del rango medio del conjunto de datos, excluyendo los valores atípicos. Para el EPA, el IQR es de 2,48%; para el DHA, es de 2,59%; y para los aceites grasos totales, es de 1,73%.

4.2 Contrastación de hipótesis

4.1.1. Hipótesis general.

- H_0 = No existe relación significativa entre los índices biométricos y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)
- H_a = Existe relación significativa entre los índices biométricos y los ácidos grasos EPA Y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)

Hallando relación de los índices biométricos con EPA

Donde:

- Y: EPA
- X1: Índice biométrico (talla)
- X2: Índice biométrico (peso).
- X3: Índice biométrico (juveniles).

Hipótesis para EPA

- H_0 = No existe relación entre los índices biométricos y el EPA en el aceite de anchoveta.
- H_1 = Existe relación entre los índices biométricos y el EPA en el aceite de anchoveta.

Tabla 14

ANOVA de la regresión de parámetros EPA e índices biométricos

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	23
				F(3, 19)	=	6.73
Model	37.7214377	3	12.5738126	Prob > F	=	0.0028
Residual	35.5022231	19	1.86853806	R-squared	=	0.5152
				Adj R-squared	=	0.4386
Total	73.2236609	22	3.32834822	Root MSE	=	1.3669

EPA	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf.	Interval]

TALLA	-4.822539	2.489748	-1.94	0.068	-10.03364	.3885631
PESO	2.092006	.5707964	3.67	0.002	.8973149	3.286696
JUVENILES	.0378433	.0765405	0.49	0.627	-.1223578	.1980443
_cons	52.59771	30.58525	1.72	0.102	-11.41796	116.6134

	-	-	-	-	-	-

Para talla: $p = 0,068$ (mayor 0,05); Los intervalos de confianza contienen el cero.

Para peso: $p = 0,002$ (menor 0,05); Los intervalos de confianza no contienen el cero.

Para porcentaje de juveniles: $p = 0,627$ (mayor 0,05); Los intervalos de confianza contienen el cero.

El valor de F es de 6,73, la significancia de este test F($p=0,0028$), lo que permite rechazar la hipótesis nula, se puede afirmar que hay una evidente relación estadísticamente significativa entre la variable Y y las variables X. Siendo el coeficiente $R^2=0,5152$, lo que indica que el 51,52% de la variabilidad del EPA de aceite total puede explicarse por Talla, peso y juveniles.

Por lo que:

El análisis de los ácidos grasos EPA reveló una relación estadísticamente significativa con el peso ($p = 0,002$), lo que indica que el peso tiene un impacto significativo en los niveles de EPA en el aceite de anchoveta. Sin embargo, no se encontró relación significativa con el tamaño ($p = 0,068$) ni con el porcentaje de juveniles ($p =$

0,627). El modelo explicó el 51,52% de la variación en los niveles de EPA, lo que sugiere que el peso juega un papel más importante en comparación con el tamaño y el porcentaje de juveniles a la hora de influir en las concentraciones de EPA en el aceite de anchoveta. A medida que se incrementa una unidad de peso se incrementa 2,092 % de EPA.

Hallando relación con DHA Hipótesis para DHA

- Ho = No existe relación entre los índices biométricos y el DHA en el aceite de anchoveta.
- H1= Existe relación entre los índices biométricos y el DHA en el aceite de anchoveta.

Donde:

- Y: DHA
- X1: Índice biométrico (talla) X2: Índice biométrico (peso).
- X3: Índice biométrico (juveniles).

Tabla 15

ANOVA de la regresión de parámetros DHA e índices biométricos

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	23
-----+-----				F(3, 19)	=	5.72
Model	73.7548796	3	24.5849599	Prob > F	=	0.0058
Residual	81.6189117	19	4.29573219	R-squared	=	0.4747
-----+-----				Adj R-squared	=	0.3918
Total	155.373791	22	7.06244506	Root MSE	=	2.0726
-----+-----						
DHA	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
TALLA	8.713953	3.775052	2.31	0.032	.8126776	16.61523
PESO	-2.939662	.8654637	-3.40	0.003	-4.751098	-1.128226
JUVENILES	.0139604	.1160537	0.12	0.906	-.2289427	.2568635
_cons	-61.04824	46.37455	-1.32	0.204	-158.1113	36.0148
-----+-----						

Para talla: $p = 0,032$ (menor 0,05); Los intervalos de confianza no contienen el cero
 Para peso: $p = 0,003$ (menor 0,05); Los intervalos de confianza contienen el cero
 Para porcentaje de juveniles: $p = 0,906$ (mayor 0,05); Los intervalos de confianza contienen el cero.

El valor de F es de 5,72, la significancia de este test $F(p=0,0058)$, lo que permite rechazar la hipótesis nula, se puede afirmar que hay una evidente relación estadísticamente significativa entre la variable Y con las variables X. Siendo el coeficiente $R^2=0,4747$, lo que indica que el 47,47% de la variabilidad del DHA de aceite total puede explicarse por Talla, peso y juveniles.

Por lo que:

El análisis de los ácidos grasos DHA reveló una relación estadísticamente significativa con la talla ($p = 0,032$), lo que indica que el peso tiene un impacto significativo en los niveles de DHA en el aceite de anchoveta. Sin embargo, no se encontró relación significativa con el peso ($p = 0,003$); en el intervalo de confianza este contenido el cero), ni con el porcentaje de juveniles ($p = 0,906$). El modelo explicó el 47,47% de la variación en los niveles de DHA, lo que sugiere que la talla juega el papel más importante en comparación con el peso y el porcentaje de juveniles a la hora de relacionarse con las concentraciones de DHA en el aceite de anchoveta. A medida que se incrementa una unidad de talla se incrementa 8,714 % de DHA.

Hallando relación con aceites grasos totales

Hipótesis para aceites grasos totales

- H_0 = No existe relación significativa entre los índices biométricos y el aceite graso total de anchoveta.

- H1= Existe relación significativa entre los índices biométricos y el aceite graso total de anchoveta.

Donde:

- Y: Aceite graso total;
- X1: Índice biométrico (talla); X2: Índice biométrico (peso); X3: Índice biométrico (juveniles).

Tabla 16

ANOVA de la regresión de parámetros Aceite graso total e índices biométricos

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	23		
-----+-----						F(3, 19)	=	1.07
Model	7.11208748	3	2.37069583	Prob > F	=	0.3854		
Residual	42.1108951	19	2.2163629	R-squared	=	0.1445		
-----+-----						Adj R-squared	=	0.0094
Total	49.2229826	22	2.2374083	Root MSE	=	1.4887		
-----+-----								
TotalGrasas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]			
-----+-----								
TALLA	3.891414	2.711595	1.44	0.168	-1.784019	9.566847		
PESO	-.8476565	.6216568	-1.36	0.189	-2.148799	.4534862		
JUVENILES	.0518036	.0833606	0.62	0.542	-.1226721	.2262793		
_cons	-8.450531	33.31053	-0.25	0.802	-78.17027	61.26921		
-----+-----								

Para talla: $p = 0.168$ (mayor que 0.05); Los intervalos de confianza contienen el cero
 Para peso: $p = 0.189$ (mayor que 0.05); Los intervalos de confianza contienen el cero
 Para porcentaje de juveniles: $p = 0.542$ (mayor que 0,05); Los intervalos de confianza contienen el cero.

El valor de F es de 1,07, la significancia de este test $F(p=0,3854)$, lo que no permite rechazar la hipótesis nula, se puede afirmar que no hay una relación estadísticamente significativa entre la variable aceite grasos totales con las variables X. Siendo el coeficiente $R^2=0,1445$, lo que indica que el 14,45% de la variabilidad de aceite

total no puede explicarse por Talla, peso y juveniles.

Por lo que: El análisis de los aceites grasos totales reveló que no existe una relación estadísticamente significativa con la talla ($p = 0,168$), no se encontró relación significativa con el peso ($p = 0,189$); ni con el porcentaje de juveniles ($p = 0,802$). El modelo explicó el 14,45% de la variación en los niveles acetites totales, lo que sugiere que la talla, peso ni porcentaje de juveniles explican la relación.

Hipótesis específica 1

- H_0 = No existe relación significativa entre la talla como índice biométrico y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).
- H_a = Existe relación significativa entre la talla como índice biométrico y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

Hallando relación del índice biométricos talla con EPA

Hipótesis específica 1 para EPA con talla

- H_0 = No existe relación entre el índice biométrico talla y el EPA en el aceite de anchoveta.
- H_1 = Existe relación entre el índice biométrico talla y el EPA en el aceite de anchoveta.

Estadística de prueba. Coeficiente de Pearson.

Regla de decisión. Si $p < 0,05$ la H_0 se rechaza, caso contrario se acepta.

Tabla 17

Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico talla.

		EPA	Talla
EPA	Correlación de Pearson	1	-,414*
	Sig. (bilateral)		,0491
	N	23	23
Talla	Correlación de Pearson	-,414*	1
	Sig. (bilateral)	,0491	
	N	23	23

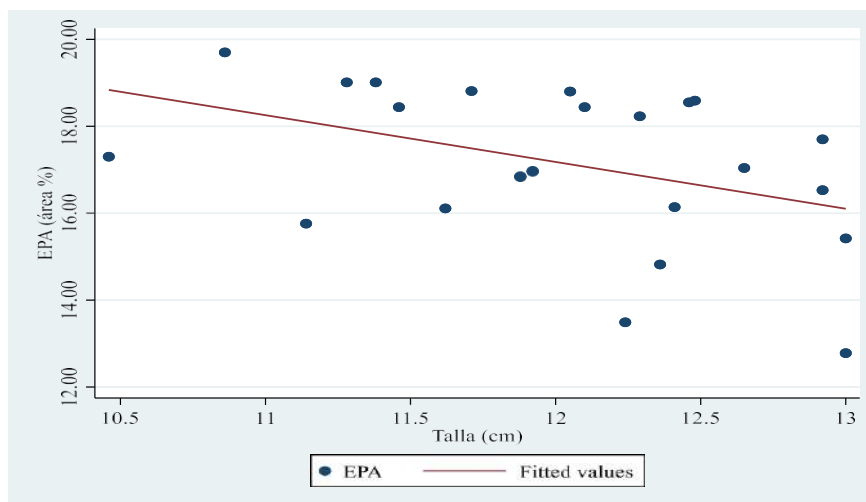
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Como el valor $p < 0,05$, no se acepta la hipótesis nula, aceptándose la hipótesis de investigación.

Por lo que, con un nivel de significancia del 95% y con p valor de 0,491 ($p < 0.05$), lo que indica una correlación negativa moderada entre la presencia de EPA en aceite graso total de anchoveta y el índice biométrico talla (figura 9).

Figura 9

Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico talla



Hipótesis específica 1 para DHA con talla

- Ho = No existe relación entre el índice biométrico talla y el DHA en el aceite de anchoveta.
- H1= Existe relación entre el índice biométrico talla y el DHA en el aceite de anchoveta.

Estadística de prueba. Coeficiente de Pearson

Regla de decisión. Si $p < 0,05$ la Ho se rechaza, caso contrario se acepta.

Tabla 18

Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico talla.

		DHA	Talla
DHA	Correlación de Pearson	1	,375
	Sig. (bilateral)		,078
	N	23	23
Talla	Correlación de Pearson	,375	1
	Sig. (bilateral)	,078	
	N	23	23

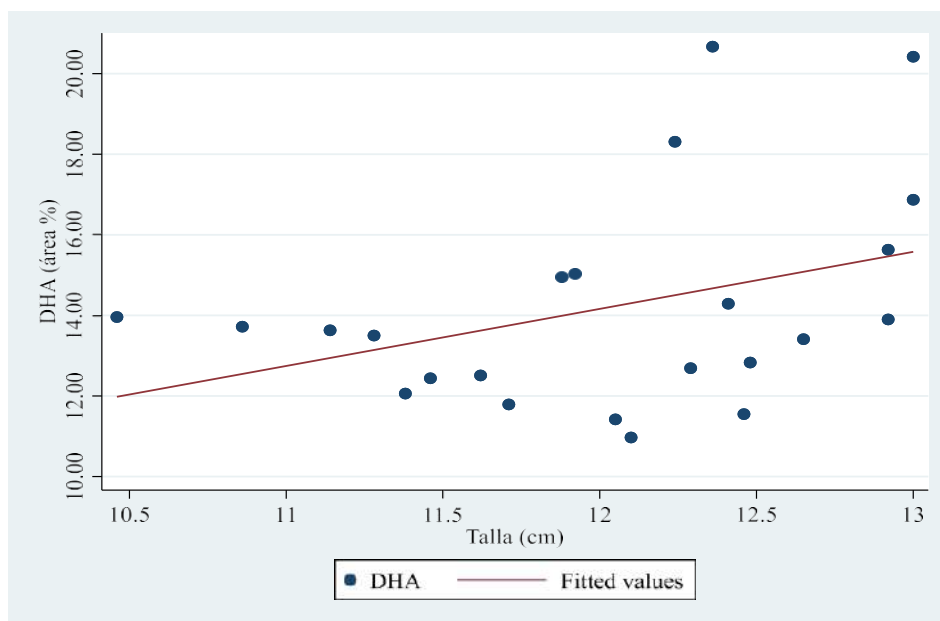
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Como el valor $p > 0,05$, se acepta la hipótesis nula, rechazándose la hipótesis de investigación.

Por lo que, con un nivel de significancia de 95% y con p valor de 0,078 ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula, lo que indica una correlación positiva moderada entre la presencia de DHA en aceite graso total de anchoveta y el índice biométrico talla (figura 10).

Figura 10

Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico talla.



Hipótesis Específica 2

- H_0 = No existe relación significativa entre el peso como índice biométrico y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).
- H_a = Existe relación significativa entre el peso como índice biométrico y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

Hipótesis específica 2 para EPA con peso

- H_0 = No existe relación entre el índice biométrico peso y el EPA en el aceite de anchoveta.
- H_1 = Existe relación entre el índice biométrico peso y el EPA en el aceite de anchoveta.

Estadística de prueba. Coeficiente de Pearson.

Regla de decisión. Si $p < 0.05$ la H_0 se rechaza, caso contrario se acepta.

Tabla 19

Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico peso.

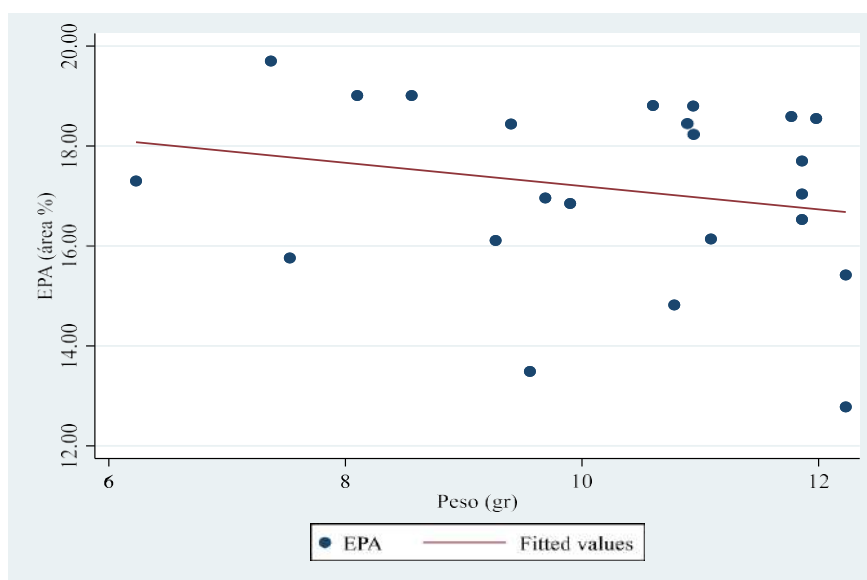
		EPA	Peso
EPA	Correlación de Pearson	1	-,220
	Sig. (bilateral)		,313
	N	23	23
Peso	Correlación de Pearson	-,220	1
	Sig. (bilateral)	,313	
	N	23	23

Como el valor $p > 0,05$, se acepta la hipótesis nula, rechazándose la hipótesis de investigación.

Por lo que, con un nivel de significancia al 95% y con p valor de 0,313 ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula, lo que indica una correlación negativa baja entre la presencia de EPA en aceite graso total de anchoveta y el índice biométrico talla (figura 11).

Figura 11

Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico peso.



Hipótesis específica 2 para DHA con peso

- Ho = No existe relación entre el índice biométrico peso con DHA en el aceite de anchoveta.
- H1= Existe relación entre el índice biométrico peso con DHA en el aceite de anchoveta.

Estadística de prueba. Coeficiente de Pearson

Regla de decisión. Si $p < 0,05$ la Ho se rechaza, caso contrario se acepta.

Tabla 20

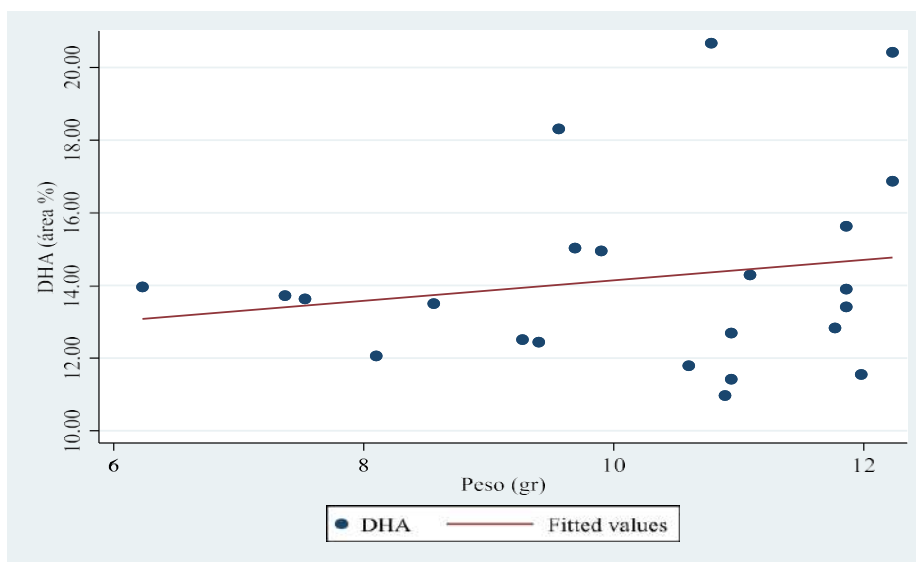
Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico peso.

		DHA	Peso
DHA	Correlación de Pearson	1	,183
	Sig. (bilateral)		,404
	N	23	23
Peso	Correlación de Pearson	,183	1
	Sig. (bilateral)	,404	
	N	23	23

El coeficiente de correlación de 0,183 entre DHA y peso indica una relación positiva débil, lo que sugiere que existe una ligera asociación entre el peso de la anchoveta y los niveles de DHA en el aceite. Sin embargo, con un valor p de 0,404, que es mayor que el nivel de significancia típico de 0,05, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, según los datos proporcionados, no parece que exista una relación estadísticamente significativa entre el peso de las anchoas y los niveles de EPA y DHA en el aceite de anchoveta durante el período especificado.

Figura 12

Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico peso.



Hipótesis Específica 3

- H_0 = No existe relación significativa entre porcentaje de juveniles como índice biométrico y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*)
- H_a = Existe relación significativa entre porcentaje de juveniles como índice biométrico y los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*).

Hipótesis específica 3 para EPA con porcentaje juveniles

H_0 = No existe relación entre el índice biométrico porcentaje de juveniles y el EPA en el aceite de anchoveta.

H_1 = Existe relación entre el índice biométrico porcentaje de juveniles y el EPA en el aceite de anchoveta.

Estadística de prueba. Coeficiente de Pearson.

Regla de decisión. Si $p < 0,05$ la H_0 se rechaza, caso contrario se acepta.

Tabla 21

Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico porcentaje de juveniles.

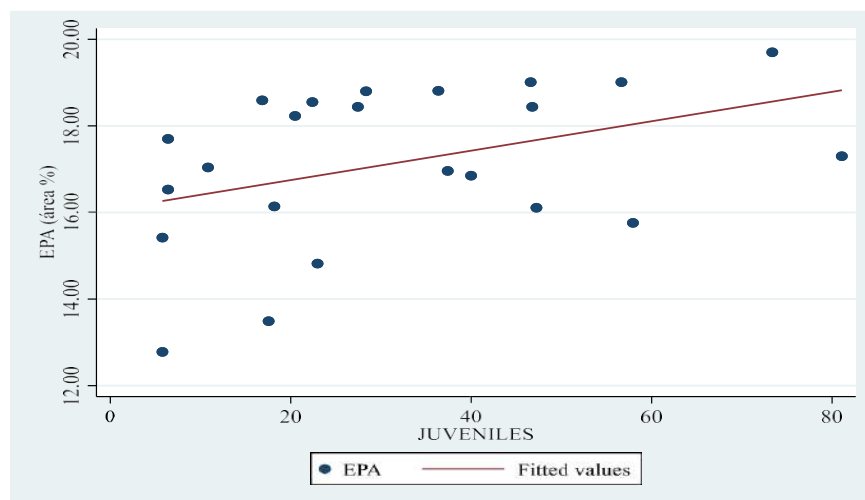
		EPA	Porcentaje Juveniles
EPA	Correlación de Pearson	1	,402
	Sig. (bilateral)		,057
	N	23	23
Porcentaje Juveniles	Correlación de Pearson	,402	1
	Sig. (bilateral)	,057	
	N	23	23

Como el valor $p > 0,05$, se acepta la hipótesis nula, rechazándose la hipótesis de investigación.

Por lo que, con un nivel de significancia al 95% y con p valor de 0,057 ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula, lo que indica una correlación positiva moderada entre la presencia de EPA en aceite graso total de anchoveta y el índice biométrico porcentaje de juveniles (figura 13).

Figura 13

Correlación entre ácido graso EPA e índice biométrico Juveniles.



Hipótesis específica 3 para DHA con porcentaje juveniles

- Ho = No existe relación entre el índice biométrico porcentaje de juveniles con DHA en el aceite de anchoveta.
- H1= Existe relación entre el índice biométrico porcentaje de juveniles con DHA en el aceite de anchoveta.

Estadística de prueba. Coeficiente de Pearson

Regla de decisión. Si $p < 0,05$ la Ho se rechaza, caso contrario se acepta.

Tabla 22

Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico porcentaje juveniles.

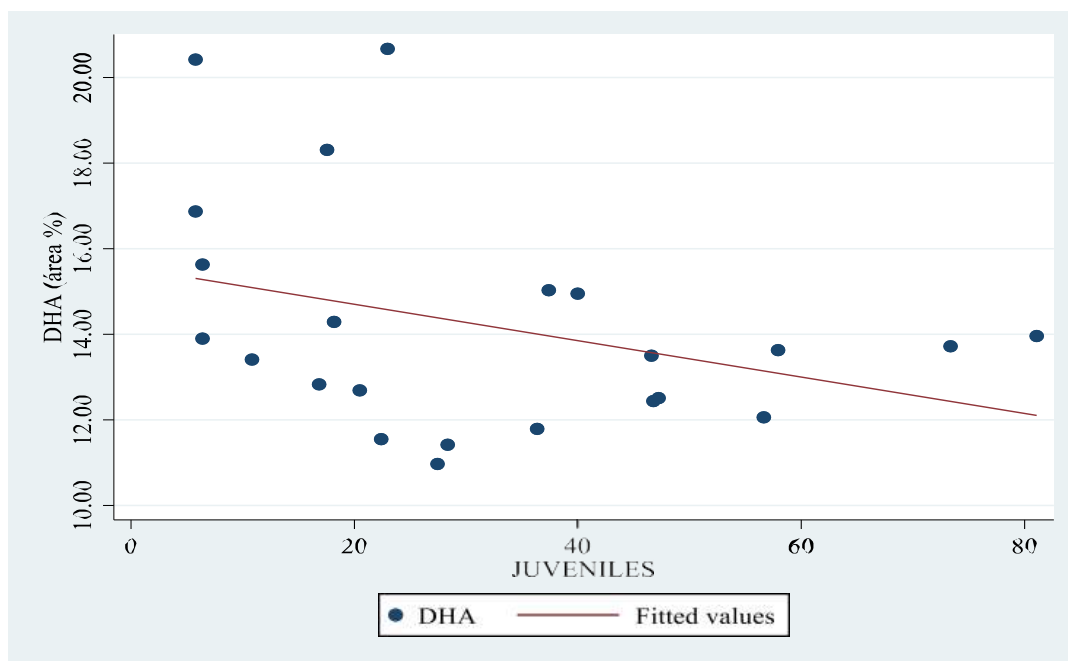
		DHA	Porcentaje Juveniles
DHA	Correlación de Pearson	1	-,346
	Sig. (bilateral)		,106
	N	23	23
Porcentaje Juveniles	Correlación de Pearson	-,346	1
	Sig. (bilateral)	,106	
	N	23	23

Como el valor $p > 0,05$, se acepta la hipótesis nula, rechazándose la hipótesis de investigación.

Por lo que, con un nivel de significancia al 95% y con p valor de 0,106 ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula, lo que indica una correlación negativa moderada entre la presencia de DHA en aceite graso total de anchoveta y el índice biométrico porcentaje de juveniles (figura 14).

Figura 14

Correlación entre ácido graso DHA e índice biométrico Juveniles.



CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Con respecto al objetivo general sobre conocer la relación de los índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos (EPA y DHA) aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*); en primera instancia realizó se analizó el ácido graso EPA y DHA, para posteriormente analizar los ácidos grasos totales.

Los resultados obtenidos en la (tabla 9), sobre la relación entre los índices biométricos y los niveles de EPA en el aceite de anchoveta (*Engraulis ringens*) revela hallazgos significativos, ya que, mediante el análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de regresión, se estableció que el peso es un predictor significativo de los niveles de EPA en el aceite de anchoveta, con un valor p de 0,002, lo que indica que existe una relación fuerte y estadísticamente significativa entre estas variables. Esta relación es robusta y no afectada por el azar, como lo demuestra el estrecho intervalo de confianza que no incluye el cero. Contrariamente, la talla y el porcentaje de juveniles no mostraron una asociación estadísticamente significativa con los niveles de EPA, con valores de p valor mayores a 0,05 (p de 0,068 y 0,627 respectivamente), y sus intervalos de confianza contienen el cero, lo que sugiere que estas variables no tienen un efecto determinante en las concentraciones de este ácido graso. Se observa que el R cuadrado ajustado de 0,4386 indica que aproximadamente el 43,86% de la variabilidad en los niveles de EPA puede ser explicada por el modelo que incluye talla, peso y porcentaje de juveniles.

En ese sentido los resultados de la ANOVA para DHA (tabla 10) sugieren una relación significativa, especialmente con la talla de la anchoveta. Con un valor de p de 0,032 ($p < 0,05$) para la talla, los datos respaldan que esta variable tiene una influencia estadísticamente significativa en los niveles de DHA en el aceite de anchoveta. En contraste, el peso, a pesar de

tener un valor de p significativo ($p=0,003$), muestra un intervalo de confianza que incluye el cero, lo que sugiere cautela en la interpretación de su impacto. El porcentaje de juveniles, con un valor de p de 0,906, no mostró relación significativa. La importancia del hallazgo radica en que la talla de la anchoveta se relaciona directamente con un aumento en los niveles de DHA en el aceite, un factor clave para la nutrición y la salud pública, dado el rol esencial de este ácido graso en la prevención de enfermedades crónicas. Con un R^2 de 0,4747, el modelo explica cerca de la mitad de la variabilidad de los niveles de DHA, dejando espacio para explorar otros factores que puedan influir en su concentración. Estos resultados son fundamentales para considerar las prácticas de pesca y las políticas de manejo de la anchoveta hacia la maximización de los beneficios nutricionales de su aceite.

Con respecto al análisis de la relación entre los índices biométricos de la anchoveta y el contenido total de aceites grasos en los resultados de ANOVA (tabla 11) muestra un valor F de 1,07 con una probabilidad mayor a 0.05 ($p=0,3854$), sugiriendo que no existe una relación estadísticamente significativa entre los índices biométricos evaluados (talla, peso, y porcentaje de juveniles) y el contenido total de aceites grasos en la anchoveta. El coeficiente R^2 de 0,1445 implica que solo un 14,45% de la variabilidad en el contenido total de aceites grasos puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo. Este bajo porcentaje sugiere que hay otros factores no considerados en el estudio que podrían influir en la concentración de aceites grasos totales en la anchoveta, como pueden ser las condiciones ambientales, el estado de madurez sexual del pez o la dieta.

Con respecto al objetivo determinar la relación de la talla de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA.

En cuanto al EPA (tabla 12) los resultados obtenidos a través de la correlación de

Pearson, se observa un valor de correlación de -0,414 con una significancia bilateral de 0,0491, lo cual indica que existe una relación estadísticamente significativa entre la talla y los niveles de EPA en el aceite de anchoveta, aunque esta relación es inversa.

Este hallazgo sugiere que, a medida que aumenta la talla de la anchoveta, los niveles de EPA en su aceite tienden a disminuir, lo cual es una observación crítica para comprender cómo los cambios en los índices biométricos pueden influir en la composición nutricional del aceite de anchoveta. La significancia estadística ($p < 0,05$) respalda la hipótesis alternativa (H1), indicando que la talla es un factor determinante en los niveles de EPA. Este resultado dado que indica la importancia de considerar las variaciones en la talla de la anchoveta durante las prácticas de pesca y procesamiento para optimizar la calidad nutricional del aceite producido.

En la hipótesis específica que explora la relación entre la talla de la anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de DHA en su aceite, los resultados obtenidos a través del coeficiente de Pearson muestran una correlación de 0,375 con una significancia bilateral de 0,078. Este resultado indica una correlación positiva entre la talla y los niveles de DHA, sugiriendo que a medida que aumenta la talla de la anchoveta, también lo hacen los niveles de DHA en su aceite. Sin embargo, el valor de $p = 0,078$ ($p < 0,05$), lo que implica que no podemos rechazar la hipótesis nula (H_0) con un nivel de confianza del 95%.

Los estudios de , *et al.* (2019) argumentan que la captura selectiva de peces de mayor tamaño puede provocar un desbalance ecológico, mientras que una estrategia de pesca que incluya de manera proporcional individuos pequeños, medianos y grandes podría mitigar los efectos negativos sobre la estructura del ecosistema. Lo señalado por Zhou *et al.* resalta una perspectiva interesante en la gestión de recursos pesqueros, centrada en la sostenibilidad ecológica y la eficiencia productiva. Al equilibrar la captura entre individuos de diferentes

tamaños, no solo se protege la biodiversidad y se conservan las funciones ecológicas esenciales, sino que también se puede lograr una mayor resiliencia y productividad a largo plazo en la industria pesquera.

Es necesario señalar que en tabla 7, los valores de aceites grasos eran de DHA= 14,20% y EPA=17,15%, valores un poco distantes a los encontrados por Wen, *et al.* (2023), quien reporto valores de 19,0 % de DHA y 9,9 % de EPA fue el aceite seleccionado como representativo de los aceites de pescado. En el estudio los valores medios de talla de anchoveta fueron de 12,03(SD=0.70cm), se encuentra dentro del 10% de tolerancia señalada por la normatividad vigente (13cm); y coinciden también con los encontrados por Castillo (2021) quien manifiesta que los patrones de distribución de tallas muestran una adaptación de la anchoveta a condiciones de estrés, con ejemplares de mayor tamaño habitando estas áreas en tamaño de 10 a 12cm.

Del objetivo determinar la relación del peso de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA.

Al evaluar los niveles de EPA con el peso de la anchoveta (tabla 14), el coeficiente de Pearson indica una correlación de -0,220 entre estas variables, con un valor de significancia bilateral de 0,313 ($p > 0,05$). Esta correlación negativa sugiere una tendencia decreciente de los niveles de EPA a medida que aumenta el peso de la anchoveta, aunque el valor p superior a 0,05 indica que esta relación no es estadísticamente significativa bajo el umbral convencional.

La ausencia de significancia estadística lleva a aceptar la hipótesis nula (H_0), sugiriendo que, con los datos disponibles, no se puede afirmar que exista una relación significativa entre el peso de la anchoveta y los niveles de EPA en su aceite. Este resultado podría deberse a varios factores, incluyendo la variabilidad biológica intrínseca de la anchoveta, la influencia de factores ambientales no considerados en el análisis, o la posibilidad de que el peso no sea un

determinante principal en la concentración de EPA comparado con otras variables biológicas o medioambientales.

En el análisis de la relación entre el peso de la anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de DHA (tabla 15) en su aceite, los resultados obtenidos mediante el coeficiente de Pearson muestran una correlación de 0,183 con un valor de significancia bilateral de 0,404. Esta correlación positiva, aunque leve, sugiere que existe una tendencia donde a mayor peso de la anchoveta, podrían incrementarse ligeramente los niveles de DHA en su aceite. Sin embargo, el valor p significativamente mayor a 0,05 implica que esta relación no es estadísticamente significativa según los criterios convencionales establecidos para este análisis.

Los estudios de Seiflied (2010), reportan que, por cada 100 kg de pescado, se obtiene 1 kg de aceite (1%); en nuestro estudio al procesar 1 278,37 TM de pescado, obtuvimos 20,329 TM de aceite, se alcanzó el 1,59%, superando la tasa del 1% reportada por Seiflied, lo que indica la eficiencia en la producción.

Por último, el objetivo determinar la relación del porcentaje de juveniles de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA.

La exploración de la relación entre el porcentaje de juveniles de la anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de EPA (tabla 16) en su aceite, según los resultados obtenidos a través del coeficiente de Pearson, muestra una correlación positiva de 0,402 con un valor de significancia bilateral de 0,057. Esta correlación sugiere que existe una tendencia donde un mayor porcentaje de juveniles en la población de anchoveta podría asociarse a un incremento en los niveles de EPA en su aceite. Sin embargo, el valor de p ligeramente superior a 0,05 implica que esta relación, aunque próxima a ser considerada estadísticamente significativa según los estándares convencionales, no alcanza el umbral establecido para rechazar la hipótesis nula (H_0).

La evaluación de la relación entre el porcentaje de juveniles en poblaciones de anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de DHA en su aceite (tabla 17), según lo demuestra el coeficiente de Pearson, revela una correlación negativa de -0,346 con un valor de significancia bilateral de 0,106. Este resultado indica una tendencia en la que un mayor porcentaje de juveniles en la población de anchoveta podría estar asociado a una disminución en los niveles de DHA en su aceite. Sin embargo, el valor p de 0,106 supera el umbral convencional de 0,05, lo que significa que, estadísticamente, no se puede rechazar la hipótesis nula (H_0) y se debe aceptar que, con los datos disponibles, no existe una relación significativa entre el porcentaje de juveniles y los niveles de DHA.

A pesar de la ausencia de significancia estadística, la correlación negativa observada sugiere la posibilidad de que los juveniles de anchoveta, debido a su etapa de desarrollo o dieta, puedan tener una composición de ácidos grasos diferente en comparación con los ejemplares adultos. Tal como lo señala Plaza-Vega (2024), una interacción compleja entre las condiciones ambientales y la estructura poblacional de la anchoveta influye en la importancia de la gestión en la industria pesquera.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los hallazgos referidos al objetivo general, subrayan una correlación significativa entre los índices biométricos de la anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de EPA en su aceite, siendo el peso del pescado un determinante predominante de esta relación ($p = 0,002$). No obstante, no se observó una asociación estadísticamente significativa entre el tamaño de los ejemplares y el EPA ($p = 0,068$), ni con el porcentaje de juveniles ($p = 0,627$). En contraste, el análisis evidenció que la talla afecta significativamente los niveles de DHA ($p = 0,032$), mientras que el peso y el porcentaje de juveniles no mostraron una influencia significativa ($p = 0,003$ y $p = 0,906$, respectivamente). Además, el estudio reveló que la totalidad de los aceites grasos no presenta una relación significativa con ninguna de las variables biométricas examinadas (talla: $p = 0,168$; peso: $p = 0,189$; porcentaje de juveniles: $p = 0,802$). Estos resultados resaltan la importancia del peso y la talla en la concentración de EPA y DHA en el aceite de anchoveta, lo que sugiere la necesidad de considerar estos índices biométricos en la gestión pesquera y la valorización del aceite.

En relación con el primer objetivo específico, que examina el efecto de la talla de la anchoveta (*Engraulis ringens*) sobre los niveles de los ácidos grasos EPA y DHA, nuestros hallazgos sugieren una dinámica diferenciada. Por un lado, se observó una relación significativa entre la talla y los niveles de EPA; el análisis indicó una correlación significativa ($p = 0,0491$), encontrándose una relación negativa moderada. Este resultado sugiere que la talla probablemente afecta de manera considerable la concentración de EPA en el aceite graso total. Por otro lado, en el caso del DHA, aunque el p-valor de 0,078 excede el umbral tradicional de 0.05 para la significancia estadística, sugiere una tendencia hacia una correlación positiva moderada con la

talla. Estos resultados indican que mientras la presencia de DHA en el aceite de anchoveta podría estar moderadamente influenciada por la talla de los ejemplares, el EPA parece ser dependiente de este índice biométrico.

Respecto al segundo objetivo específico, que exploraba la relación entre el peso de la anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de los ácidos grasos EPA y DHA, los resultados muestran que, para el EPA, el análisis no demostró una relación estadísticamente significativa ($p = 0,313$, $p > 0,05$). Esto implica que no se puede afirmar que exista una correlación entre el peso de la anchoveta y los niveles de EPA en el aceite. Este resultado lleva a la aceptación de la hipótesis nula, indicando una ausencia de relación significativa entre estas variables. Respecto al DHA, la evidencia sugiere también la ausencia de una relación significativa ($p = 0,404$, $p > 0,05$) entre el peso de la anchoveta y los niveles de DHA en el aceite, dado que no se proporcionan p-valores específicos para esta comparación. Esta conclusión refleja la complejidad de predecir los niveles de EPA y DHA basándose únicamente en el peso de las anchovetas, subrayando la necesidad de considerar múltiples factores biológicos y ambientales en la composición de ácidos grasos de la anchoveta.

En relación con el tercer objetivo específico, que examina la correlación entre el porcentaje de juveniles de anchoveta (*Engraulis ringens*) y los niveles de los ácidos grasos EPA y DHA, nuestros análisis no encontraron evidencia de una relación estadísticamente significativa para ninguno de los dos ácidos grasos. Para el EPA, el p-valor de 0,057 supera el umbral convencional de significancia ($p > 0,05$), indicando que no se puede confirmar una correlación positiva entre el porcentaje de juveniles y los niveles de EPA en el aceite. Similarmente, para el DHA, un p-valor de 0,106 también sugiere la ausencia de una relación estadísticamente significativa, contrariamente a lo que podría indicar una correlación negativa moderada. Estos

resultados sugieren que el porcentaje de juveniles en la población de anchoveta no es un predictor significativo de las concentraciones de EPA y DHA en el aceite, lo cual implica que otros factores biológicos o ambientales pueden desempeñar roles más cruciales en la determinación de estos perfiles de ácidos grasos.

6.2 Recomendaciones

A la luz de los resultados que indican una influencia significativa del peso en los niveles de EPA y de la talla en los niveles de DHA en el aceite de anchoveta, se aconseja que las prácticas de manejo pesquero incorporen criterios basados en estos índices biométricos durante la selección de los ejemplares para la producción de aceite. Adoptar esta estrategia no solo podría potenciar el perfil de ácidos grasos omega-3 del aceite obtenido, elevando su calidad nutricional, sino también aumentar su valor en el mercado. Por tanto, se sugiere un enfoque dirigido en el proceso de captura y selección que permita la optimización de los beneficios saludables y económicos derivados del aceite de anchoveta.

Para futuras investigaciones, enfocarse en profundizar el entendimiento de la correlación negativa entre EPA y la talla, y la correlación positiva moderada entre DHA y talla. Estos hallazgos sugieren la importancia de considerar la talla de la anchoveta en estrategias nutricionales y de conservación que maximicen los beneficios de su aceite.

Se recomienda realizar estudios adicionales con muestras más amplias y variadas para explorar en profundidad la relación entre el peso de la anchoveta y los niveles de EPA y DHA en su aceite, dado el bajo nivel de correlación negativa entre EPA y peso y la falta de significancia estadística para DHA.

Dado que no se encontró una relación significativa entre el porcentaje de juveniles de anchoveta y los niveles de ácidos grasos EPA y DHA, se propone extender las investigaciones

futuras para incluir el análisis de factores ambientales y biológicos adicionales que puedan influir en la composición de ácidos grasos de esta especie. Un enfoque multidimensional permitiría una comprensión más detallada de las dinámicas que afectan la presencia de estos ácidos grasos esenciales en el aceite de anchoveta. Este esfuerzo contribuiría no solo a esclarecer la relación entre el porcentaje de juveniles y la calidad del aceite, sino también a formular estrategias más eficaces para el manejo sostenible de los stocks de anchoveta, con el fin de preservar su valor nutricional y económico.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, F. E. y Chuqui A. D. (2019). *Efecto de la mezcla de aceite semi refinado de pescado (*Engraulis ringens*) con aceite de oliva (*Olea europaea*) en su estabilidad oxidativa y características fisicoquímicas*. [Tesis de pregrado, Universidad nacional del santa].
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3303>
- Bouchon, M. (2018). *La pesquería de anchoveta en Perú*. [Tesis de doctorado, Universidad de Alicante]. <http://hdl.handle.net/10045/103709>
- Cabrera, C. F., Sotomayor, A. y Espinel, V. (2020). Análisis del ciclo de vida en la industria de harina y aceite de pescado en plantas pesqueras de Huacho, Carquín y Vegueta, Huaral, Lima, 2018-2019. *FIGMMG-UNMSM*, 23 (46), pp. 21 – 28.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/17729>
- Castillo, R. Cecilia, Peña, C., Grados D., Valdez, C., Pozada, M., Chacón, G., Cornejo, R. (2023). Abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*) y otras especies pelágicas en el ecosistema marino peruano determinados por acústica en 2021. IMARPE. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/8165>
- Chávez, C., Dresdner, J., González, N., Leiva M., Quiroga, M. (2021) The performance of shared fish stock fisheries under varying institutional and socioeconomic conditions: Evidence from the South Eastern Pacific Anchoveta Fishery. *Marine Policy*. 125.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X20309088>
- Di Dario, F., Hüne, M., Pérez-Matus, A. & Vega, R. 2021. *Engraulis ringens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021. *FAO*. <https://www>

[10.2305_IUCN.UK.2021-1.RLTS.T183775A102904317.en](https://doi.org/10.2305_IUCN.UK.2021-1.RLTS.T183775A102904317.en)

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2024). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción*. Roma.

<https://doi.org/10.4060/cd0683es>

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2017). *Capture production database updated to 2015. Summary information fisheries and aquaculture department*.

<http://www.fao.org/3/a-br186e.pdf>

Flores, E. (2006). *Estabilización de emulsiones alimentarias, aceite de pescado en agua en función del procesado y del contenido de emulsificantes estabilizantes y antioxidantes*. Asamblea Nacional de Rectores.

<https://biblioteca.unp.edu.pe/cgi-bin/koha/opac->

[detail.pl?biblionumber=51891&shelfbrowse_itemnumber=64284](https://biblioteca.unp.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=51891&shelfbrowse_itemnumber=64284)

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2021). *Gestión adaptativa de la pesca en respuesta al cambio climático*. FAO, Rome. <https://doi.org/10.4060/cb30953en>

Food and Agriculture Organization [FAO]. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Roma, FAO.

<https://doi.org/10.4060/cc0461es>

Gutiérrez (2021). *Variaciones de la abundancia, distribución y estructura de tallas de la anchoveta peruana (Engraulis ringens) entre 1998 y 2020, e implicancias para la gestión de su pesquería*. Investigación Marina y Acuícola.

<https://ihma.org.pe/seguimiento-de-las-pesquerias-de-anchoveta-seguimiento-satelital-sisesat/>

Instituto del Mar del Perú [IMARPE] e Instituto Tecnológico Pesquero [ITP]. (1996).

Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Editorial Stella. Lima-Perú.

<https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1387>

Instituto del Mar del Perú [IMARPE]. (2019). *Engraulis ringens “anchoveta”*.

Catálogo Digital de la Biodiversidad Acuática del Perú.

<https://biodiversidadacuatica.imarpe.gob.pe/Catalogo/Especie?id=103>

León, M. (2021). Estudio de prospectiva: cadena de valor de la anchoveta para consumo

humano directo. CONCYTEC. <http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.03>

Maza, S. V., & Zavaleta S. A. (2019). *Evaluación de la aceptabilidad de conservas de*

anchoveta (Engraulis ringens formulada a base de salsas de quinua

(Chenopodium quinoa). Chimbote-2019. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar

Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46266>

Méndez-Espinoza D, Ojeda-Ruiz M. A., Marín-Monroy E. A, Jiménez-Esquivel V y

Cota-Nieto J. J. (2020). Participatory research to understand spatiotemporal

dynamics of small-scale fleets: The *C. bellicosus* fishery in Magdalena Bay,

Ocean Coast Manag, 198. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105369>

Monteferri, B.; Scheske, C. y De la Puente, S. (2020). *Anchoveta*. IMARPE.

https://mardelperu.pe/articulos_wikipesca/principales-pesquerias-marinas-en-el-peru/anchoveta/

Murrugarra, Ortiz Lhester (2021). *Sistema mecatrónico para determinar*

automáticamente las dimensiones de anchovetas usando visión artificial. [Tesis

de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/19706>

- National Institutes of Health [NIH] (2022). *Ácidos grasos omega-3*.
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-DatosEnEspanol/>
- Nolasco, A. (2020). Métodos estadísticos avanzados: Modelos de Análisis de la varianza y covarianza Materiales para la docencia no presencial. *RUA-Creative Commons*. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/113651>
- Ordoñez, Lenny y Hernández, Eloisa. (2015). Effect of the preparation of canned “crumble anchovy” (*Engraulis ringens*) on polyunsaturated omega 3 fatty acids. *Science and research*, 17(1), pp. 27-32.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/REVUNMSM_d09318374757d53389b37a618183c6c3/Details
- Pariona-Velarde, D., Maza-Ramírez, S. y Ayala Galdos, M. (2020). Características nutricionales de un concentrado proteico de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). *Revista de Tecnología de Productos Alimentarios Acuáticos*, 29 (7), pp. 707–719. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1789798>
- Plaza-Vega, F. y Araya, H. (2024). Anchovy (*Engraulis ringens*) and Pacific sardine (*Sardinops sagax*) variability changes in northern Chile associated with the environment and inter species synchronicity: GARCH model with exogenous variable and hybrid Bayesian deep learning estimation approach. *Progress in Oceanography*. 221.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0079661123002331>
- Resolución Ministerial N.º000262-2023-PRODUCE. *Informe final de la pesca exploratoria de la anchoveta en la región Norte-Centro*. 02 de agosto del 2023. D.O. N.º1693255539.

Resolución Ministerial N.º 000118-2024-PRODUCE. *Autorizan inicio de la Primera Temporada de Pesca 2024 del recurso anchoveta en la Zona Norte – Centro del Perú*. D.O. N.º2278384-1.

Resolución Ministerial N.º 209-2001-PE (2001). Aprueban relación de tallas mínimas de captura y tolerancia máxima de ejemplares juveniles de principales peces marinos e invertebrados. D.O. N.º31908.

Reynaga, R. R. (2023). Impacto económico de la sobrepesca por crecimiento en la pesca industrial de la Anchoveta (*Engraulis ringers*), durante el periodo 2000-2019. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5882>

Salma, W. O., Ruwiah, R., Muchtar, F., Mudjahidah, N., Nurdin, K., & Bastaman, M. (2021). Ikan teri *Engraulis encrasicolus* berpotensi sebagai pangan fungsional. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 6 (1), pp. 75-81. <https://www.semanticscholar.org/reader/186bb5b64e740cdf201f81a46c120ee5e1271c1>

Sánchez-Valdez, J. F., Maldonado-Coyac, J. A., de los Ángeles Maldonado-Amparo, M., Ramirez-Perez, J. S., Enciso-Enciso, C., & Ruiz-Domínguez, M. (2024). Mean size at sexual maturity of female *Cynoscion reticulatus* along the Pacific coast off Mexico. *Ciencias Marinas*, 50. <https://doi.org/10.7773/cm.y2024.3385>.

Seiflied, B. (2010). *Physicochemical Properties and Microencapsulation Process Development for Fish Oil using Supercritical Carbon Dioxide*. [Tesis de doctorado, Universidad de Alberta]. <https://doi.org/10.7939/R3DD94>

- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA]. (2023). *Panorama de la Pesca Marina en el Perú*. Plataforma colaborativa sobre la pesca en el Perú. https://mardelperu.pe/articulos_wikipesca/panorama-de-la-pesca-marina-en-el-peru/
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA]. (2020). *Guía legal para la defensa de los ecosistemas y especies del mar peruano*. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Lima Perú.
- Sueiro (2024). *Informe. Las pesquerías peruanas en 2023*. OCEANA. <https://peru.oceana.org/blog/informe-las-pesquerias-peruanas-en-2023/>
- Tessema, A., Getahun, A., Mengistou, S., Fetahi, T. y Dejen, E. (2020). Biología reproductiva de la carpa común (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) en el lago Hayq, Etiopía. *Pesca y Ciencias Acuáticas*, 23 (1), 10. <https://doi.org/10.1186/s41240-020-00162-x>
- The Marine Ingredients Organisation [IFFO] (2017). Anchoqueta Peruana ¿Por qué es utilizada para el alimento balanceado y no como alimento? IFFO. <https://www.iffocom/es/node/98>
- Vega, J. C. (2023). *Refinado de aceite crudo de pescado de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la Empresa BIOPEX SAC*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Barranca]. <https://hdl.handle.net/20.500.12935/216>
- Wagaw, S., Enawgaw, Y., Aba Bulgu, A., Wosnie, A., Sisay, A., Teklemariam, A. y Tegod, D. (2024). Evaluación biométrica y biología reproductiva de la carpa común (*Cyprinus carpio var. communis*) en el lago Arekit, Etiopía: implicaciones en la gestión de peces. *Alimentación y agricultura*

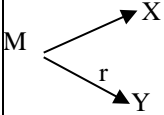
cogent, 10 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2307667>

Wen, Y. Q., Xue, C. H., Zhang, H. W., Xu, L. L., Wang, X. H., Bi, S. J., Xue, Q. Q., Xue, Y., Li, Z. J., Velasco, J. y Jiang, X. M. (2023). Concomitant oxidation of fatty acids other than DHA and EPA plays a role in the characteristic off-odor of fish oil. *Food chemistry*, 404, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134724>

Zhou, S., Williams, A. P., Berg, A. M., Cook, B. I., Zhang, Y., Hagemann, S., Lorenz, R., Seneviratne S. I. y Gentine, P. (2019). Land-atmosphere feedbacks exacerbate concurrent soil drought and atmospheric aridity. *Instituto Goddard de Estudios Espaciales*, 116 (38), pp. 18848 – 18853. <https://pubs.giss.nasa.gov/abs/zh03300h.html>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	MÉTODO Y TÉCNICAS
<p><u>Problema General</u> ¿Determinar los índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>), Carquin 2022 - 2023?</p>	<p><u>Objetivos General</u> Conocer la relación de los índices biométricos y sus efectos en los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>) Carquin 2022 - 2023.</p>	<p><u>Hipótesis General</u> En qué medida los índices biométricos, se relacionan significativamente con los ácidos grasos EPA y DHA en el aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>), Carquin 2022 - 2023.</p>	<p>Índices Biométricos</p>	<p>X.1.- Análisis biométricos</p>	<p>X.1.1.- Talla X.1.2.- Peso X.1.3- Porcentaje Juveniles</p>	<p>Población = 1 000 kg Muestra = 278 kg Técnicas: Para el acopio de Datos: Análisis Experimental Análisis Documental Procesamiento de datos. Bibliografía. Instrumentos de recolección de datos: Análisis de contenido AOAC - Método Oficial Ce 1b-89:2017 Formato de Registro Para el Procesamiento de datos. Tabulación de datos. Técnicas Estadísticas. Técnicas para el análisis e interpretación de datos. Paquete estadístico SPSS 25.0 Estadística descriptiva para cada variable. Para presentación de datos Cuadros, gráficos y tablas estadísticas.</p>
<p><u>Problemas Específicos:</u> 1).- ¿Cómo la talla de la anchoveta se relaciona con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)? 2).- ¿Cómo el peso de la anchoveta se relaciona con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)? 3).- ¿Cómo el porcentaje de juveniles de la anchoveta se relaciona con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>)?</p>	<p><u>Objetivos Específicos:</u> 1).-Determinar la relación de la talla de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>). 2).-Determinar la relación del peso de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>). 3).-Determinar la relación del porcentaje de juveniles de la anchoveta y su efecto con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>).</p>	<p><u>Hipótesis Específicos:</u> 1).- Existe relación significativa de la talla de la anchoveta con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>). 2).- Existe relación significativa del peso de la anchoveta con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>). 3).- Existe relación significativa del porcentaje de juveniles de la anchoveta con los ácidos grasos EPA y DHA del aceite de anchoveta (<i>Engraulis ringens</i>).</p>	<p>Efectos en los Ácidos grasos (EPA y DHA)</p>	<p>Y.1.- Análisis Cromatográfico de gases</p>	<p>Y.1.1.- Preparación de Soluciones. Y.1.2.- Aplicación del método de extracción.</p>	<p>Para el informe final: Tipo de Investigación: Básica Nivel: Descriptiva Diseño de Investigación Esquema propuesto por la EPG. UNJFSC. Correlacional de Pearson.</p> 

CONSOLIDADO DE DATOS

Íte m	Fecha de Producción	Tm. Materia prima procesada	DATOS DE BIOMETRIA				DATOS ACEITE DE PESCADO				
			Talla promedio	Peso promedio	Porcentaje de juveniles	Tm. Aceite	Tk almacenado	Muestra Aceite	EPA	DHA	EPA + DHA
1	04.05.2022	1435.785	10.460	6.230	81.080	18.380	HUATKC03	0.5	17.30	13.96	31.26
2	07.05.2022	1738.997	10.863	7.367	73.373	21.997	HUATKC 04	0.5	19.70	13.72	33.42
3	15.05.2022	1695.008	11.283	8.560	46.593	17.180	HUATKC 01/03	0.5	19.01	13.50	32.51
4	30.05.2022	1615.483	11.457	9.403	46.770	35.457	HUATKC 03/01	0.5	18.44	12.44	30.88
5	31.05.2022	1923.563	11.705	10.600	36.355	46.465	HUATKC 04	0.5	18.81	11.79	30.6
6	14.06.2022	1551.653	12.460	11.975	22.395	50.770	HUATKC 03/01	0.5	18.55	11.55	30.1
7	16.06.2022	1437.188	12.050	10.940	28.350	43.970	HUATKC 03/01	0.5	18.80	11.42	30.22
8	19.06.2022	944.713	12.103	10.890	27.438	30.280	HUATKC 04	0.5	18.44	10.97	29.41
9	21.06.2022	1527.197	12.293	10.940	20.477	34.553	HUATKC 03/01	0.5	18.23	12.69	30.92
10	23.06.2022	1675.293	12.647	11.857	10.830	35.433	HUATKC 04/02	0.5	17.04	13.41	30.45
11	23.06.2022	1387.670	12.410	11.090	18.180	29.360	HUATKC04	0.5	16.14	14.29	30.43
12	06.07.2022	1752.613	11.380	8.095	56.645	43.175	HUATKC 02	0.5	19.01	12.06	31.07
13	25.11.2022	339.055	12.480	11.770	16.840	2.840	HUATKC03-CH	0.5	18.59	12.83	31.42
14	27.11.2022	477.723	11.884	9.900	39.990	3.774	HUATKC03-CH	0.5	16.85	14.95	31.8
15	27.11.2022	365.340	11.917	9.693	37.403	1.380	HUATKC03-CH	0.5	16.96	15.03	31.99
16	05.12.2022	1316.790	12.920	11.860	6.400	7.920	HUATKC03-CH	0.5	16.53	15.63	32.16
17	05.12.2022	1316.790	12.920	11.860	6.400	7.920	HUATKC01	0.5	17.70	13.90	31.6
18	23.12.2022	2090.325	13.000	12.230	5.780	7.590	HUATKC03	0.5	15.42	16.87	32.29
19	23.12.2022	2090.325	13.000	12.230	5.780	7.590	HUATKC02	0.5	12.78	20.42	33.2
20	01.01.2023	494.480	12.240	9.560	17.550	1.400	HUATK03	0.5	13.49	18.31	31.8
21	08.01.2023	784.880	12.360	10.780	22.970	4.490	HUATK03	0.5	14.82	20.67	35.49
22	10.08.2023	591.045	11.140	7.530	57.930	5.650	HUATKC03/HUATKC04	0.5	15.76	13.63	29.39
23	08.08.2023	850.665	11.620	9.270	47.230	9.980	HUATKC03/HUATKC04	0.5	16.11	12.51	28.62

FOTOS DEL LABORATORIO

