



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**“GESTIÓN DEL PROCESO DE PESCA DE LA CARDUMA PARA  
EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
PESQUERO EN EL CANTÓN DE RIOVERDE, PROVINCIA DE  
ESMERALDAS”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**AUTORA:**

**JÉSSICA ISABEL SACA MOLINA**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**“GESTIÓN DEL PROCESO DE PESCA DE LA CARDUMA PARA  
EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS  
PESQUERO EN EL CANTÓN DE RIOVERDE, PROVINCIA DE  
ESMERALDAS”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO/A EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: JÉSSICA ISABEL SACA MOLINA**

**DIRECTOR: Dr. EDGAR IVÁN RAMOS SEVILLA**

Riobamba – Ecuador

2023

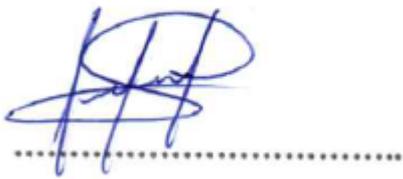
© 2023, **Jéssica Isabel Saca Molina**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Jessica Isabel Saca Molina, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de julio de 2023.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal dotted line.

**Jessica Isabel Saca Molina**

**C.I.: 080419857-0**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, “**GESTIÓN DEL PROCESO DE PESCA DE LA CARDUMA PARA EL APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS PESQUERO EN EL CANTÓN DE RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS**”, realizado por la señorita, **JESSICA ISABEL SACA MOLINA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. María Soledad Núñez Moreno <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2023-07-14
Dr. Edgar Iván Ramos Sevilla <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2023-07-14
Ing. Juan Carlos González García <b>ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2023-07-14

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación se la dedico a mis padres especialmente a mi padre Luis Guillermo Saca Caiza que fue mi mayor inspiración me enseñó que con sacrificio, esfuerzo, perseverancia todo es posible, por ser la persona que siempre confió en mí brindándome su apoyo incondicional él fue la persona que siempre estuvo desde el día uno durante esta etapa dándome su amor, consejos cuando no podía o estaba por rendirme, sin él no hubiera sido posible cumplir mi sueño, sueño que no solo era mío sino también de él, fue la persona que hizo todo lo imposible para apoyarme durante todo este proceso es por eso que mi trabajo de titulación va dedicada a él por cosas del destino él ya no se encuentra presente físicamente conmigo y tubo que partir de este mundo, pero sé que donde sea que esté, estará feliz por este triunfo que he logrado, este triunfo también se lo dedico a mi hija Jaisly Josuana Vélez Saca que vino a cambiar mi vida por completo y no me arrepiento ya que ella se convirtió en mi fortaleza para no desistir y culminar con esta etapa, de igual manera este triunfo le dedico a mi esposo Josué Vélez que me apoyo en todo momento y nunca me dejó sola.

Jessica

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios por darme las fuerzas y sabiduría necesaria para poder culminar con esta etapa de mi vida que no fue nada fácil, pero con el todo es posible, Agradezco a mi hija que a pesar de que la tuve iniciando la carrera no fue ningún impedimento para continuar con este proceso sino más bien me dio impulso para poder continuar y terminar mis estudios universitarios de igual forma agradezco a mi esposo, familia, amigos maestros que estuvieron presente durante todo este recorrido y de alguna forma aportaron con un granito de arena en esta etapa de mi vida.

Jessica

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. <b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA</b> .....	2
1.1. <b>Antecedentes</b> .....	2
1.2. <b>Problema</b> .....	6
1.3. <b>Objetivos</b> .....	7
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	7
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	7
1.4. <b>Justificación del proyecto</b> .....	7

### CAPÍTULO II

2. <b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	9
2.1. <b>Antecedentes generales sobre pesca de pequeños pelágicos en Ecuador</b> .....	9
2.1.1. <i>Evaluación de stock</i> .....	11
2.2. <b>Datos e información estadísticos de desembarques</b> .....	11
2.3. <b>Información biológico-pesquera</b> .....	12
2.3.1. <i>Índices de abundancia</i> .....	13
2.4. <b>Parámetros Biológicos</b> .....	13
2.5. <b>Unidades Poblacionales</b> .....	14
2.6. <b>Bases teóricas</b> .....	15
2.6.1. <i>Modelos de producción</i> .....	16
2.6.2. <i>Relación longitud y peso - talla media de captura</i> .....	17
2.6.3. <i>El modelo de Gordon-Schaefer</i> .....	18
2.6.4. <i>Estimación la biomasa de la población de peces</i> .....	19
2.6.5. <i>Calculo de la biomasa de la población de peces usando el método de muestreo aleatorio</i> .....	20

2.6.6.	<i>Cálculo de la tasa de crecimiento de la población de peces</i>	20
2.6.7.	<i>Cálculo de la capacidad de carga del medio ambiente</i>	21
2.6.8.	<i>Cálculo la tasa de captura en poblaciones de peces</i>	22
2.7.	<b>Bases legales</b>	23

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	26
3.1.	<b>Tipo de investigación</b>	26
3.2.	<b>Diseño de la investigación</b>	26
3.2.1.	<i>Diseño no experimental</i>	27
3.2.1.1.	<i>Operacionalización de los objetivos</i>	27
3.3.	<b>Área de estudio</b>	28
3.3.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	28
3.4.	<b>Población</b>	29
3.5.	<b>Muestra</b>	29
3.5.1.	<i>Tamaño de muestra</i>	29
3.5.2.	<i>Número de unidades muestrales</i>	29
3.5.2.1.	<i>Diseño experimental</i>	29
3.5.3.	<i>Selección de los puntos de muestreo</i>	30
3.5.3.1.	<i>Muestreo</i>	30
3.5.4.	<i>Técnicas de recolección de datos</i>	30
3.5.4.1.	<i>Método biométrico</i>	30
3.5.4.2.	<i>Material necesario para realizar el muestreo biométrico</i>	30
3.6.	<b>Método de medición</b>	31
3.6.1.	<i>Datos e información que deben registrarse durante el muestreo biométrico</i>	32
3.6.2.	<i>Llenado de formularios</i>	33
3.6.3.	<i>Tamaño de la muestra</i>	33
3.6.4.	<i>Datos e información que debe registrarse durante el muestreo biológico</i>	33
3.7.	<b>Materiales y Equipos</b>	34
3.7.1.	<i>Materiales</i>	34
3.7.2.	<i>Equipos</i>	34
3.8.	<b>Codificación de muestras</b>	34
3.8.1.	<i>Toma de muestra</i>	34
3.8.2.	<i>Análisis estadístico descriptivo</i>	35

## CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>MARCO DE RESULTADO, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS</b>	<b>36</b>
<b>4.1.</b>	<b>Recolección de datos pesca de Carduma</b>	<b>36</b>
<b>4.1.1.</b>	<i>Diseño de la base de datos de pesca</i>	<b>36</b>
<b>4.2.</b>	<b>Análisis de datos de captura</b>	<b>38</b>
<b>4.2.1.</b>	<i>Puertos o puntos de captura</i>	<b>38</b>
<b>4.2.2.</b>	<i>Longitud total pez</i>	<b>40</b>
<b>4.2.3.</b>	<i>Peso total pez</i>	<b>40</b>
<b>4.2.4.</b>	<i>Peso sin vísceras</i>	<b>41</b>
<b>4.2.5.</b>	<i>Longitud de gónada</i>	<b>42</b>
<b>4.2.6.</b>	<i>Peso gónada</i>	<b>42</b>
<b>4.2.7.</b>	<i>Sexo de peces</i>	<b>43</b>
<b>4.2.8.</b>	<i>Madurez gonadal</i>	<b>44</b>
<b>4.2.9.</b>	<i>Profundidad marina</i>	<b>44</b>
<b>4.2.10.</b>	<i>Temperatura marina</i>	<b>45</b>
<b>4.3.</b>	<b>Ajuste de Modelo de Gordon-Schaefer</b>	<b>46</b>
<b>4.4.</b>	<b>Estudio de los efectos contaminantes del proceso de pesca</b>	<b>52</b>
<b>4.4.1.</b>	<i>Revisión literaria</i>	<b>52</b>
<b>4.4.2.</b>	<i>Metodología</i>	<b>53</b>
<b>4.4.3.</b>	<i>Resultados</i>	<b>54</b>
<b>4.4.4.</b>	<i>Discusión y conclusiones</i>	<b>55</b>
<b>4.4.4.1.</b>	<i>Discusión de resultados</i>	<b>55</b>
<b>4.4.4.2.</b>	<i>Conclusiones del estudio</i>	<b>55</b>

## CAPÍTULO V

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>56</b>
<b>5.2.</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>57</b>

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b>	Tabla de operacionalización de objetivos.....	27
<b>Tabla 3-2:</b>	Condiciones para muestreo.....	29
<b>Tabla 3-3:</b>	Tabla del muestreo.....	32
<b>Tabla 3-4:</b>	Datos tomados de las muestras.....	33
<b>Tabla 3-5:</b>	Parámetros establecidos por la INP.....	35

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b>	Desembarques de las especies principales de PPP del Ecuador entre 1974-2019.....	10
<b>Ilustración 2-2:</b>	Evolución de la flota cerquera de pelágicos pequeños en el Ecuador 2003-2017. Clase I (n=151) 105 TRN.....	11
<b>Ilustración 2-3:</b>	Promedio anual del número de individuos medidos de las especies de pelágicos pequeños del Ecuador.....	12
<b>Ilustración 2-4:</b>	Índices de abundancia CPUE estimados por GLM de recursos pelágicos pequeños del Ecuador. La línea roja representa la tendencia. ....	13
<b>Ilustración 2-5:</b>	Parámetros biológicos de las principales especies pelágicas pequeñas del Ecuador. T máx. es la longevidad estimada, L50ms es la talla de madurez y L* la talla crítica.....	14
<b>Ilustración 2-6:</b>	Carduma – pesca artesanal. ....	15
<b>Ilustración 2-7:</b>	Estimación de datos para describir curva de extinción optimizada bayesianamente. ....	16
<b>Ilustración 2-8:</b>	Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. ....	16
<b>Ilustración 2-9:</b>	Simulación de la pesquería de <i>Cetengraulis mysticetus</i> mediante la técnica 17	
<b>Ilustración 3-1:</b>	Cantón Rioverde-Esmeraldas .....	28
<b>Ilustración 3-2:</b>	Método de medición con Ictiómetro. ....	31
<b>Ilustración 3-3:</b>	Principales características mirísticas tomados en un muestreo. ....	32
<b>Ilustración 4-1:</b>	Aplicación para captura de datos de pesca de Carduma.....	37
<b>Ilustración 4-2:</b>	Distribución de puntos importantes desde los datos recopilados. ....	38
<b>Ilustración 4-3:</b>	Distribución de capturas por punto de captura. ....	39
<b>Ilustración 4-4:</b>	Mapa de capturas por punto de captura.....	39
<b>Ilustración 4-5:</b>	Distribución de longitud total de peces capturados.....	40
<b>Ilustración 4-6:</b>	Distribución del peso total de peces capturados.....	41
<b>Ilustración 4-7:</b>	Distribución del peso eviscerado peces capturados.....	41
<b>Ilustración 4-8:</b>	Distribución de la longitud de gónada de peces capturados.....	42
<b>Ilustración 4-9:</b>	Distribución del peso de gónada de peces capturados.....	43
<b>Ilustración 4-10:</b>	Distribución de sexo de peces capturados.....	43
<b>Ilustración 4-11:</b>	Distribución de madurez gonadal de peces capturados.....	44
<b>Ilustración 4-12:</b>	Distribución de la profundidad marina durante capturas. ....	45
<b>Ilustración 4-13:</b>	Distribución de temperatura marina durante capturas.....	45
<b>Ilustración 4-14:</b>	Distribución de esfuerzo de captura y peso capturado. ....	47
<b>Ilustración 4-15:</b>	Peso capturado en el periodo de análisis. ....	48

<b>Ilustración 4-16:</b> Histograma del peso de captura de peces (ton/día) .....	48
<b>Ilustración 4-17:</b> Histograma del tiempo o esfuerzo de pesca (h/día).....	49
<b>Ilustración 4-18:</b> Figura para cap3 .....	50
<b>Ilustración 4-19:</b> Biomasa contra tiempo.....	51

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** TABLA DE DATOS REGISTRADOS DE CARDUMA RIO VERDE  
ESMERALDAS
- ANEXO B:** CÓDIGO PYTHON USADO PARA AJUSTAR EL MODELO DE GORDON  
SCHAEFER
- ANEXO C:** PROPUESTA DE ORDENANZA MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DE  
PESCA EN RIO VERDE, ECUADOR
- ANEXO D:** REGISTRO FOTOGRÁFICO

## RESUMEN

En esta tesis se llevaron a cabo diversas acciones para establecer herramientas efectivas para la gestión y conservación de la especie *Carduma* en el cantón Rio Verde Esmeraldas. Se elaboraron metodologías de regulación y se creó una ordenanza municipal para regular el proceso de pesca, para garantizar la conservación de los recursos pesqueros en la región. Se realizó un diagnóstico detallado de la pesca de *Carduma* para obtener información precisa sobre la situación actual del recurso y establecer medidas de gestión y control para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Además, se llevó a cabo una evaluación del impacto ambiental generado por las actividades de pesca y se identificó la presencia de plomo y cadmio en el agua y el suelo. La elaboración de una ordenanza municipal para regular la pesca, transporte y uso de la especie se presentó como una herramienta esencial para asegurar la sostenibilidad del recurso y evitar su sobreexplotación, para garantizar bienestar de los pescadores y de la comunidad en general. Además, en base a los resultados obtenidos en este trabajo, se plantean varias recomendaciones para futuros estudios relacionados con la pesca. Entre estas recomendaciones se incluye la realización de un análisis de la dinámica poblacional de la especie, con el fin de conocer el estado actual de la población y su capacidad de recuperación frente a la explotación pesquera. Los sitios de estudio de pesca de la *Carduma* en el cantón Rio Verde presentaron altos niveles de contaminación del agua y del suelo. Los niveles de metales pesados, como plomo, cadmio y mercurio, en algunos sitios son alarmantes y superan los límites establecidos por la legislación ambiental en Ecuador. En resumen, esta investigación ofrece valiosa información para la toma de decisiones informadas en materia de conservación y manejo de los recursos pesqueros en la región.

**Palabras clave:** <BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL>, <ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN>, <MODELO GORDON SCHAEFER>, <CARDUMA (*Cetengraulis Mysticetus*)>, <RIO VERDE (CANTÓN)>, <ESMERALDAS (PROVINCIA)>.

2154-DBRA-UPT-2023



## ABSTRACT

In this research project, several actions were carried out to establish effective tools for the management and conservation of shoal species at Rio Verde in Esmeraldas. Regulatory methodologies were developed, and a municipal ordinance was created to regulate the fishing process in order to guarantee the conservation of fishery resources in the region. A detailed diagnosis of the shoal fishery was carried out to obtain precise information on the current situation of the resource and establish management and control measures to guarantee its long-term sustainability. In addition, an assessment of the environmental impact generated by fishing activities was carried out and the presence of lead and cadmium in the water and soil was identified. The elaboration of a municipal ordinance to regulate the fishing, transport, and use of the species was presented as an essential tool to ensure the sustainability of the resource and avoid its overexploitation to guarantee the well-being of fishermen and the community in general. In addition, based on the results obtained in this research, several recommendations for future fishery-related studies are put forward. These recommendations include an analysis of the population dynamics of the species to know the current state of the population and its capacity for recovery from fishing exploitation. Shoal fishing study sites at Rio Verde showed high levels of water and soil contamination. The levels of heavy metals, such as lead, cadmium, and mercury, in some sites are alarming and exceed the limits established by environmental legislation in Ecuador. In summary, this research provides valuable information for informed decision-making regarding the conservation and management of fishery resources in the region.

**Key words:** <ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY>, <POLLUTION STUDY>, <GORDON SCHAEFER SAMPLE>, <SHOAL (CETENGRAULIS MYSTICETUS)>, <RIO VERDE (TOWN)>, <ESMERALDAS (PROVINCE)>.



Ingeniero Romel Francis Francisco Calles Jimenez

060387771

## INTRODUCCIÓN

La pesca de Carduma (*Cetengraulis mysticetus*) es una actividad económica de gran importancia en muchas regiones del mundo, incluyendo la costa del Ecuador, donde esta especie es capturada en grandes cantidades para la alimentación humana y animal. Sin embargo, la pesca no sostenible de la Carduma puede tener graves consecuencias para el ecosistema marino y para las comunidades que dependen de ella.

En esta tesis se aborda el estudio de la pesca de Carduma en la zona de Rio Verde, en la provincia de Esmeraldas, Ecuador, donde la pesca de esta especie es una actividad económica de gran relevancia. En la primera sección, se presenta una evaluación detallada de la dinámica de la pesca de Carduma en esta zona, incluyendo la distribución temporal y espacial de las capturas, la composición por tallas y sexos, y la relación entre la pesca y las condiciones ambientales.

En la segunda sección, se aborda la problemática de la contaminación generada por la pesca de Carduma en la zona de estudio, evaluando los impactos ambientales de la pesca y de las actividades relacionadas, y proponiendo medidas para minimizar los efectos negativos sobre el ecosistema marino y la salud humana.

Finalmente, en la tercera sección se desarrolla una ordenanza municipal para el control y gestión sostenible de la pesca de Carduma en la zona de Rio Verde, que contempla medidas para la regulación del esfuerzo pesquero, la conservación de la biodiversidad marina y la promoción del desarrollo económico y social de las comunidades locales.

En resumen, esta tesis aborda la pesca de Carduma desde diferentes perspectivas, incluyendo el estudio de su dinámica poblacional, la evaluación de los impactos ambientales y la propuesta de medidas para su gestión sostenible, con el objetivo de contribuir a la conservación de la biodiversidad marina y al desarrollo económico y social de las comunidades que dependen de la pesca en la zona de Rio Verde, Esmeraldas, Ecuador.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

A nivel mundial existen algunos estudios relacionados con la pesca de Carduma su biología y la dinámica de la población en relación a su explotación. Entre estos trabajos tenemos:

De La Cruz-Agüero, Cisneros-Mata y Flores-Ortega, (2014) en su trabajo revisan la biología y pesca de la Carduma (*Cetengraulis mysticetus*) en América del Sur y Central. La Carduma es una importante especie de peces que se encuentra en ríos, estuarios y zonas costeras de la región. La pesca de la Carduma se realiza principalmente con redes de arrastre y tiene un importante valor comercial. Se presentan datos sobre la distribución, reproducción, crecimiento y mortalidad de la especie. Este estudio presenta información sobre la biología y pesquería de la Carduma en diferentes países de América Latina. Además, se revisan los esfuerzos de manejo y conservación, incluyendo la implementación de tallas mínimas de captura y la regulación de la pesca en áreas protegidas. Se concluye que, a pesar de los esfuerzos de manejo, es necesario seguir trabajando para garantizar la sostenibilidad de la pesca de la Carduma en la región.

Barbieri et al., (2016) en su estudio se enfocan en la especie *Cetengraulis edentulus*, pero este estudio también incluye información relevante sobre la pesquería y biología de la Carduma. En su contenido revisa la biología y pesca del jurel blanco en la región del Atlántico. El artículo proporciona información sobre la distribución geográfica de la especie, su biología, hábitos alimenticios, reproducción y mortalidad. También se discuten los impactos de la pesca en la población de la especie y se sugieren medidas de manejo y conservación. En general, el artículo destaca la importancia de la especie en la pesca comercial y la necesidad de adoptar medidas efectivas para su conservación y manejo sostenible.

MacCall, (2015) en su trabajo aborda el desafío de la gestión de pesquerías en un contexto de cambio climático, y presenta un caso de estudio sobre la pesquería de la Carduma en el Pacífico. El autor describe la dinámica de las poblaciones de estas especies y su relación con el clima y la pesca. También se analizan las estrategias de gestión pesquera utilizadas y se discuten los desafíos que plantea el cambio climático para la gestión pesquera. En general, el artículo resalta la necesidad de adoptar un enfoque adaptativo para la gestión pesquera y de considerar la variabilidad climática como una variable clave en la toma de decisiones.

Barthem y Fabré, (2004) examinan los patrones de desove de la Carduma en la región de la pluma del río Amazonas. Los autores realizaron una investigación que involucró la captura de ejemplares adultos y juveniles de la especie y la recolección de muestras de huevos y larvas. A partir de esta información, se concluyó que *C. Mysticetus* utiliza la región de la pluma del Amazonas para desovar y que la variabilidad espacial y temporal de la pluma del río puede afectar el éxito reproductivo de la especie. En general, el estudio contribuye a la comprensión de la ecología y biología reproductiva de *C. Mysticetus* en la región de la Amazonía y tiene implicaciones para la gestión y conservación de la especie.

Johnson y Whitmarsh, (2012) Este estudio desarrolla un modelo para estimar el rendimiento máximo sostenible de la pesquería de la Carduma en el Golfo de México. Describe la estimación de la máxima captura sostenible (MSC) de la especie *Cetengraulis edentulus* (Carduma o sardina del golfo) en el Golfo de México utilizando modelos de evaluación de stock. Los autores utilizaron datos de captura y esfuerzo pesquero de la pesquería comercial de Carduma en el Golfo de México para estimar la MSC. Los resultados indican que la MSC para la pesquería de Carduma en el Golfo de México se encuentra en el rango de 6,600 a 9,200 toneladas métricas por año. El estudio resalta la importancia de la evaluación y gestión adecuada de las pesquerías para garantizar la sostenibilidad de las poblaciones de peces y la viabilidad de las pesquerías a largo plazo.

Potts, Kellison y Latour, (2016) presentan información sobre la biología y pesquería de la Carduma en el Atlántico Centro-Occidental incluyendo América Central, el Caribe y el norte de América del Sur. Los parámetros estudiados son: distribución geográfica, talla, reproducción y capturas. El artículo examina los datos de captura y esfuerzo pesquero de la pesquería de Carduma en la región y analiza la dinámica poblacional y el estado del stock. También se discuten los principales factores que afectan la pesquería de Carduma, como la variabilidad ambiental y climática, la pesca ilegal y la falta de datos y gestión adecuada. En general, el artículo destaca la necesidad de mejorar la gestión de las pesquerías de Carduma en la región para garantizar la sostenibilidad de las poblaciones de peces y la viabilidad de las pesquerías a largo plazo.

Motta y Allen, (1987). Este estudio analiza la dieta y los hábitos alimenticios de la Carduma en el noreste del Golfo de México. Describe la alimentación de la especie *C. Mysticetus* en el Golfo de México, basándose en análisis de contenido estomacal de los ejemplares capturados en la región. Los resultados indican que se alimenta principalmente de zooplancton y fitoplancton, aunque también se encontraron restos de peces y crustáceos en menor proporción. Además, el estudio encontró que la dieta varía según la época del año, con una mayor ingesta de zooplancton en invierno y de fitoplancton en primavera y verano. Los hallazgos del estudio tienen implicaciones importantes para la gestión pesquera y la conservación de la especie en la región.

Algunos estudios realizados a nivel de Latinoamérica sobre la Carduma y la pesca artesanal e intensiva de este recurso se muestran a continuación:

Herrera-Valdivia y Arreguín-Sánchez, (2008) examinaron la biología y pesquería de la Carduma en la laguna de Términos, en el Golfo de México incluyendo la composición de la población, la dinámica reproductiva, la alimentación y la relación entre la talla y el peso. Se realizaron muestreos mensuales durante un año y se capturaron un total de 2.722 individuos. Los resultados mostraron que la especie tiene una talla media de 12,6 cm y un peso promedio de 12,7 g. El período de reproducción se registró de julio a diciembre y la alimentación se basa principalmente en copépodos, quetognatos y larvas de crustáceos. Se concluye que el arenque de hilo en la laguna de Términos tiene una importante relevancia pesquera y se recomienda continuar con los estudios de su biología pesquera para un adecuado manejo de su pesquería.

Polo-Silva et al., (2015) analizaron la pesquería y la dinámica poblacional de la Carduma en el complejo cenagoso de Zapatosa, en Colombia. Se realizaron estudios de la pesca comercial y de la biología poblacional de la especie, utilizando datos recopilados a lo largo de varios años. Se encontró que la pesca del cardumen se realiza principalmente en los meses de noviembre a marzo, con un pico máximo en enero. La mayoría de los cardúmenes capturados eran juveniles, lo que sugiere que la pesca podría estar afectando la capacidad de la población para reproducirse y mantener su tamaño. Los autores recomiendan una reducción en la intensidad de la pesca y un monitoreo continuo de la población del cardumen para asegurar su conservación y sostenibilidad.

Velazco-Torres y Solano-Ulloa, (2019)" evaluaron la pesquería de la Carduma en la costa norte del Perú, incluyendo aspectos biológicos y pesqueros. Se recolectaron muestras de la especie en diferentes épocas del año para analizar su estructura poblacional y parámetros de crecimiento. Además, se registraron datos de captura y esfuerzo pesquero para estimar la biomasa y el rendimiento de la pesquería. Los resultados mostraron que la Carduma presenta una estructura poblacional homogénea y una tasa de crecimiento moderada. La pesquería se desarrolla principalmente con redes de enmalle y se concentra en los meses de invierno, alcanzando una captura máxima en el mes de agosto. Aunque la biomasa y el rendimiento de la pesquería han disminuido en los últimos años, se considera que aún se encuentra en niveles sostenibles. Se recomienda continuar con el monitoreo y evaluación de la pesquería para asegurar su sustentabilidad.

Camargo et al., (2012) examinaron la distribución y abundancia de la especie a lo largo de la costa, así como las capturas y la biología de los ejemplares capturados. Además, se analizó el comportamiento de la flota pesquera y se identificaron posibles áreas de sobreexplotación. Los resultados indican que la pesquería del arenque de hilo es una actividad importante para las

comunidades locales, pero que es necesario implementar medidas de manejo y conservación para garantizar la sostenibilidad de la especie y de la pesquería en el futuro.

En Ecuador existen trabajos investigativos relacionados con la pesca de la Carduma a continuación exponemos algunos de los más relevantes:

Villon et al., (2008) examinaron la pesquería de la Carduma en el Golfo de Guayaquil, Ecuador, incluyendo su biología, distribución y pesca. Los autores analizaron la estructura de la población, la dinámica de la pesquería, el esfuerzo pesquero y las capturas. Además, se evaluó la relación entre la talla de los peces y la época del año, así como la distribución espacial de la especie. Los resultados indican que la Carduma es una especie importante para la pesca artesanal en la región, pero se observa una disminución en las tallas de los peces capturados en los últimos años. Los autores sugieren la implementación de medidas de manejo adecuadas para garantizar la sostenibilidad de la pesquería.

Reyes-Salinas y Mena C., (2014) evalúan la distribución y abundancia de la Carduma en la reserva ecológica Manglares El Salado, en Ecuador. Los resultados mostraron una alta abundancia y distribución uniforme de la especie en la zona. Además, se encontraron diferencias significativas en la estructura poblacional entre las áreas estudiadas, con una mayor proporción de juveniles en la zona más cercana al mar. Los autores sugieren la implementación de medidas de manejo para la pesca de esta especie en la reserva.

Cedeño-Figueroa y Menéndez-Pérez, (2017) examinaron la pesquería de la Carduma en el litoral de Manabí, en Ecuador, incluyendo aspectos biológicos, pesqueros y socioeconómicos. El estudio recopiló información sobre el volumen de capturas, el tamaño de los peces capturados y el esfuerzo pesquero utilizado en la región, así como información sobre la flota pesquera y las artes de pesca utilizadas. Se encontró que la pesquería de la Carduma es una actividad importante en la región de Manabí, con una alta demanda de los consumidores locales y una fuente de ingresos para los pescadores. Sin embargo, también se identificaron problemas relacionados con la sobrepesca y la utilización de artes de pesca no selectivas. El estudio sugiere la necesidad de mejorar la gestión de la pesquería para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

Panchana, Moya y Espinoza, (2016) evaluaron la pesquería de la Carduma en el cantón Muisne, en la provincia de Esmeraldas, Ecuador, incluyendo aspectos biológicos, pesqueros y de manejo. El estudio se llevó a cabo entre septiembre de 2016 y agosto de 2017, y se analizaron datos de desembarque, tamaño, peso, tasa de crecimiento y composición por tallas y sexos. Los resultados indicaron que la especie es una importante fuente de ingresos para los pescadores locales y que la pesquería se lleva a cabo principalmente en la época seca. Además, se encontró que la especie

presenta una tasa de crecimiento relativamente alta y una distribución de tallas que sugiere una sobrepesca en la zona de estudio. Los autores concluyen que se deben implementar medidas de manejo y conservación para garantizar la sostenibilidad de la pesquería de la Carduma en la región.

Guerrero-Guerrero, García-Guerrero y Montiel-González, (2017) analizaron la distribución espacial y temporal de la pesquería de la Carduma en la costa norte del Ecuador, incluyendo aspectos como la composición de tallas y la estructura de la población. El estudio encontró que la pesca de la Carduma se lleva a cabo durante todo el año, pero la mayor captura ocurre de enero a abril. Además, la pesca de Carduma se concentra principalmente en las áreas costeras y los estuarios de los ríos, y los principales métodos de pesca son la red de enmalle y la red de cerco.

## **1.2. Problema**

Rioverde es un cantón, cuya municipalidad es una de las más jóvenes de la provincia de Esmeraldas, por su ubicación goza de un apetecible clima y 2 estaciones en el año, invierno y verano, su cabecera cantonal es la ciudad de Rioverde, su población es de aproximadamente 26.869 habitantes y tiene una superficie de 1.506 km<sup>2</sup>. Es un lugar en el que la agricultura y la pesca junto con la actividad turística, son las principales actividades económicas del cantón. (GADMCR, 2021)

La pesca artesanal durante los últimos años ha dejado de ser rentable y sostenible, a pesar de que se tienen registrados alrededor de 100 embarcaciones artesanales, que se dedican a la captura de peces pelágicos pequeños (Carduma) en temporadas de periodo largo, que engloban 4 meses por año y espacios marinos costeros en auge de producción. Ante esta situación los organismos comunales del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rioverde, apegados a la responsabilidad ambiental y manejo de los recursos hidrobiológicos, han identificado alteraciones a medios ecosistémicos y equilibrio ambiental, que son el resultado a la falta de aplicación de políticas ambientales, ausencia de metodologías de regulación, técnicas de monitoreos biológicos-pesqueros, falta de regulación a los comuneros de la pesca indiscriminada, desordenada y excesiva de esta especie.

¿Cómo las metodologías de regulación, base de datos de las embarcaciones, pescadores y población pronosticada de Carduma, disminuirán los efectos ambientales y mejorara la rentabilidad económica de sector pesquero en el cantón de Rioverde de la provincia de Esmeraldas?

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Elaborar metodologías de regulación del proceso de pesca de la Carduma, mediante una ordenanza municipal para el aprovechamiento sostenible de los recursos pesquero en el cantón de Rio Verde, provincia de Esmeraldas.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Desarrollar un diagnóstico de la pesca de la Carduma en el cantón Rioverde.
- Evaluar el estudio del impacto ambiental de las actividades relacionadas a la pesca de la Carduma.
- Elaborar la ordenanza municipal para la regulación de la pesca, transporte y uso de la Carduma.

### **1.4. Justificación del proyecto**

La Carduma (*Cetengraulis mysticetus*) es la principal especie comercial capturada entre los pequeños pelágicos en la zona costera del Ecuador, otros nombres: sardina, agallona, anchoveta. En promedio cada año, su aporte al total de las capturas es del 27% su importancia no es solamente económica, sino ecológica y biológica.

Se considera que la Carduma ha alcanzado niveles altos de explotación, 30.000 ton/ año (González et al., 2007), bajo componentes normativos que rigen a la provincia, evidenciando que estas cantidades están siendo superadas generando niveles bajo de sostenibilidad y rentabilidad para el cantón, además los métodos, insumos y componentes utilizados en este tipo de pesca durante las temporadas consecutivas, alteran el equilibrio del ecosistema e incrementa de forma progresiva la contaminación ambiental.

Por lo tanto, se considera importante, desarrollar metodologías de regulación del proceso de pesca de la Carduma para el aprovechamiento sostenible de los recursos pesquero en el cantón de Rio verde, provincia de Esmeraldas validadas por el departamento de Gestión de Riesgos y Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rioverde los organismos locales, a través de diagnósticos teórico prácticos, monitoreo biológico continuo en las áreas de reproducción y agregación, que además incluya la información relacionada a la actividad pesquera

(veda reproductiva, cuotas de captura, tamaño del ojo de red y el no ingreso de nuevos barcos a la pesquería), para lograr mantener el uso racional del recurso pesquero.

Estas metodologías de regulación benefician de forma directa a los habitantes del cantón Rioverde, porque les establece directrices para el uso eficiente del recurso pesquero, prolongando de forma significativa la existencia de esta especie en la zonas pesqueras del cantón, además de brindar al departamento de Gestión de Riesgos y Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Rioverde, el soporte técnico para el control de acciones durante y después de la actividad pesquera.

Este trabajo de titulación esta direccionado a trabajar con el área específica de la cabecera cantonal en función del extenso perfil pesquero que posee el cantón, por lo tanto, se establecerá matrices pilotos secuenciales y replicables para la creación de la base histórica global en puntos estratégicos de la ciudad de Rioverde.

Este documento está orientado a realizar una ordenanza municipal, el **seguimiento en la ejecución de las metodologías de regulación**, creación de base de datos de las embarcaciones, pescadores y **población pronosticada de Carduma**, seguidos de la *evaluación de la disminución de los efectos ambientales* y recuperación de la rentabilidad económica representaran el aporte de la justificación teórica para el desarrollo de las metodologías de regulación del proceso de pesca de la Carduma para el aprovechamiento sostenible de los recursos pesquero en el cantón de Rioverde.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

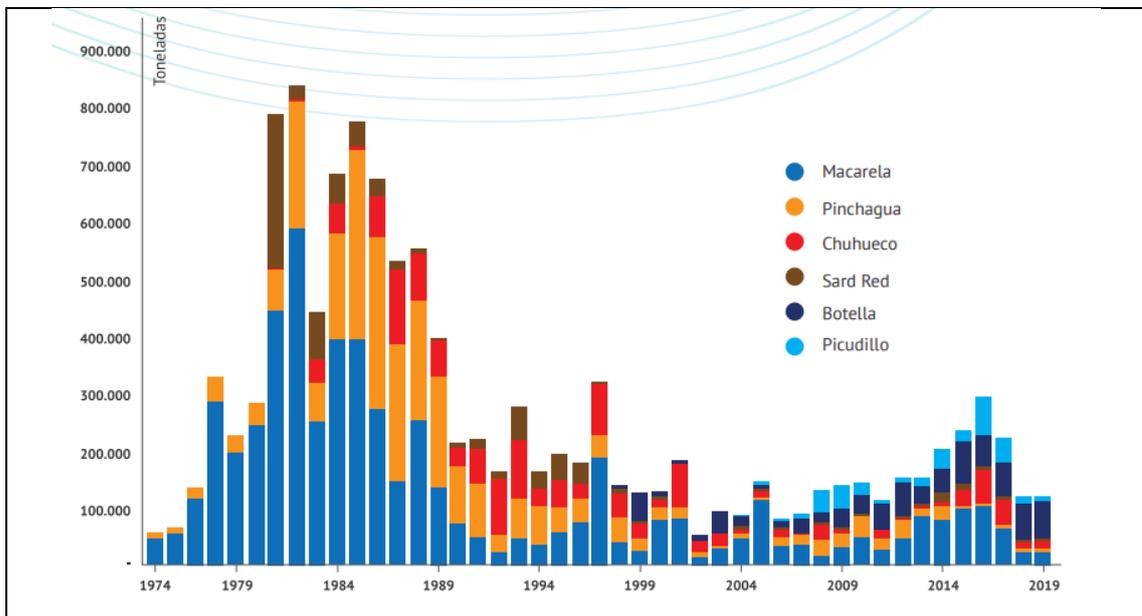
#### 2.1. Antecedentes generales sobre pesca de pequeños pelágicos en Ecuador

La pesca en Ecuador representa una parte significativa de la producción nacional, que comprende el consumo interno a través de la oferta de productos pesqueros y contribución a las exportaciones del país. El desarrollo de esta actividad se fundamenta en la variedad y disponibilidad de recursos existentes, como resultado de las condiciones de los ecosistemas donde habitan, como la incidencia periódica de la Corriente fría de Humboldt proveniente del sur, caracterizada por aguas muy fértiles, y las aguas cálidas de la Corriente de Panamá (Jurado y Peralta, 2014). A lo largo de la costa ecuatoriana se distribuyen peces pelágicos pequeños (PPP) de gran interés comercial como macarela (*Scomber japonicus*), pinchagua (*Opisthonema spp*), chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), botella (*Auxis spp*), sardina redonda (*Etrumeus teres*) y picudillo (*Decapterus macrosoma*). Además de estas, otras especies demersales o epipelágicas suelen ser parte de la fauna acompañante de pequeños pelágicos como son trompeta (*Fistularia corneta*) y corbata (*Trichiurus lepturus*) (Canales y Jurado, 2021) (Bearez, 1996).

Dentro de las especies pelágicas costeras que son capturadas por la flota cerquera se encuentra el *Cetengraulis mysticetus*. Ansaldo (1980) indica que las mayores concentraciones de cardúmenes se ubican en las zonas Sur y Norte del Golfo de Guayaquil, zona Manta-Bahía de Caráquez y Esmeralda. Según los reportes de los desembarques las principales áreas de captura corresponden al Golfo de Guayaquil, frente a la isla Puná y alrededor de la isla Santa Clara. Entre los años 1982 y 1991, las capturas totales anuales presentaron una amplia variabilidad, con un mínimo de 2832 toneladas métricas en 1982 y un máximo de 143062 en 1991. La captura promedio anual en el período 1982-1991 fue de 63981 t, y durante el primer semestre de 1992 alcanzaron las 98521 t, esta cifra permite especular que la captura anual. La significativa disminución en la abundancia de Sardina y Macarela, implicaría que el esfuerzo pesquero ejercido sobre la Carduma que podría llegar a incrementarse hasta generar un segundo colapso del recurso (Canales y Jurado, 2021).

La historia de las pesquerías de pequeños pelágicos se remonta hacia fines de los años setenta. En el desarrollo de estas actividades, las especies más representadas han sido la macarela, pinchagua, sardina redonda y chuhueco. A partir de 1998 la especie botella adquirió una importancia relativa mayor. En el desarrollo de esta pesquería se destacan tres períodos principales; el primero comprendido entre 1980-1990 donde las capturas de estas especies promediaron 562 mil toneladas, el segundo entre 1991-2010 con capturas en torno a 200 mil toneladas, y el período

más reciente 2011-2019 donde, si bien los volúmenes se mantienen relativamente estables, se aprecia una representación mayor de picudillo y botella en los desembarques (Canales y Jurado, 2021).



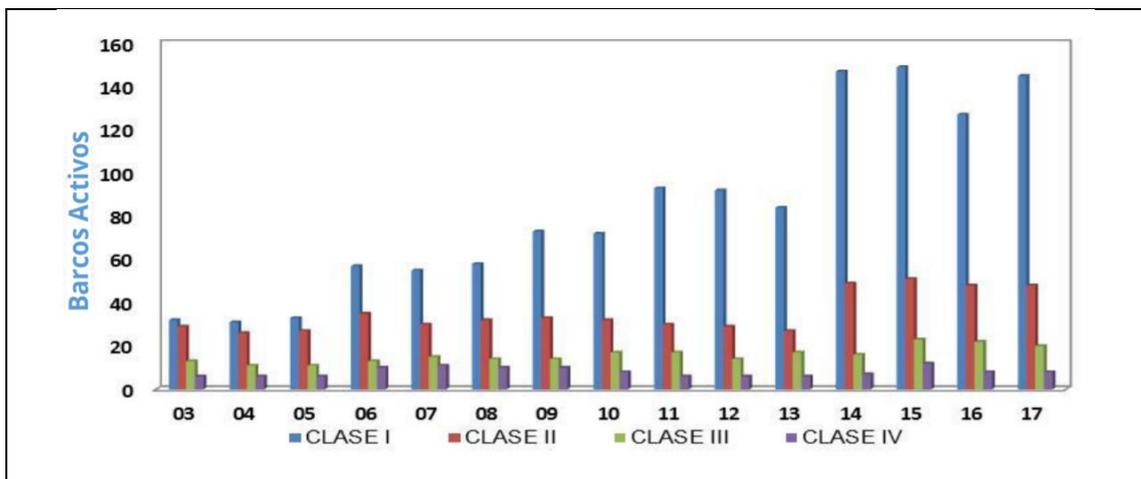
**Ilustración 2-1:** Desembarques de las especies principales de PPP del Ecuador entre 1974-2019

Fuente: IPIAP, 2023.

Durante el mes de mayo de 2019, y en dependencias del Instituto Nacional de Pesca del Ecuador, Guayaquil, se resumen los resultados del análisis de la información biológica pesquera disponible entre 1975 y 2017, con el fin de establecer el diagnóstico de los principales recursos pelágicos pequeños. La flota pesquera está compuesta por buques cerqueros de diversas características y tonelaje. Las embarcaciones más pequeñas, las que su mayoría es de casco de madera y poca mecanización, realizan las descargas en las playas y/o facilidades pesqueras asentadas en los diferentes puertos pesqueros a lo largo de la costa ecuatoriana. El producto, dependiendo de la especie, es destinado principalmente a la elaboración de harina de pescado, seguido de enlatados y el consumo humano directo (fresco – congelado). Existen también otras actividades artesanales como el chinchorro.

Desembarques de pelágicos pequeños principales del Ecuador 1975-2017 de playa, las que operan desde la provincia de Esmeraldas hasta la provincia de El Oro. Existen más de 19 puertos pesqueros de desembarque de peces pelágicos pequeños, localizados en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas y El Oro. Mientras el tamaño de la flota de clase II-III-IV se ha mantenido más o menos constante durante los últimos 10 años, la flota de embarcaciones más pequeñas (Clase I) se ha triplicado sin mayor control de esfuerzo. En esta última situación se encuentran también las embarcaciones de menor escala denominadas “rizos” (Figura 2). No obstante, su relevancia, el conocimiento sobre el estado de situación de estos

recursos es escaso, siendo necesario avanzar en el desarrollo de competencias técnicas y metodológicas que permitan disponer de diagnóstico de los recursos y evaluación de las poblaciones para fines de gestión/manejo pesquero. En este sentido, este es un primer esfuerzo en generar un análisis comprensivo de los datos biológico-pesquero de las distintas pesquerías bajo el marco de un enfoque cuantitativo de análisis. Se realiza la evaluación de stock de 9 recursos en el marco de un modelo estructura estática de equilibrio y otro modelo estadístico integrado para las 4 especies de mayor suficiencia de datos. Se elabora el diagnóstico de las poblaciones y se establecen niveles de capturas/rendimientos compatibles con un proxy del rendimiento máximo sostenido (Canales y Jurado, 2021).



**Ilustración 2-2:** Evolución de la flota cerquera de pelágicos pequeños en el Ecuador 2003-2017. Clase I (n=151) 105 TRN

Fuente: GMC 2019.

### 2.1.1. Evaluación de stock

Se analizaron las series de datos de muestreos biológicos, composiciones de tallas, índices de abundancia, desembarques y parámetros biológicos de los recursos pelágicos pequeños del Ecuador, con la finalidad de proveer estimaciones poblacionales para fines de diagnóstico. Los análisis son realizados en base a modelos de estimación y sus resultados son discutidos respecto de distintas hipótesis.

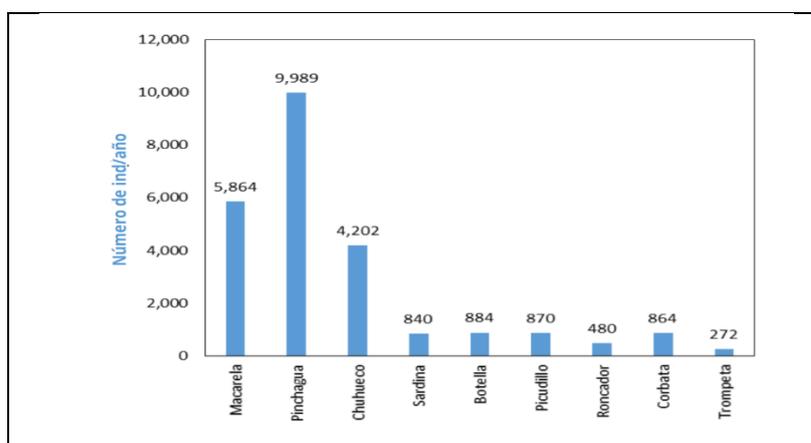
### 2.2. Datos e información estadísticos de desembarques

Los datos de desembarque corresponden al periodo 1975-2017. Para la década de los ochenta, los datos fueron obtenidos del proceso de validación y recálculo de datos de captura informados a partir de los noventa y hasta 2017. Se emplearon las capturas registradas en la base de datos de desembarque de fábricas, generadas a partir de los reportes diarios de pesca de las diferentes

empresas procesadoras, así como también la base de datos de muestreo mensuales de campo. Adicionalmente, a partir de 2016 se incorporó información de la base de datos de faenas de pesca del Programa de Observadores de la flota Cerquera sardinera. La información de esfuerzo de pesca corresponde al número de zarpes o arribos (viajes totales) emitidos por la capitanía de puerto (Canales y Jurado, 2021). En el período más reciente y junto con el incremento del esfuerzo de pesca de embarcaciones artesanales (risos), las estadísticas de desembarques han estado sujetas a una importante fuente de incertidumbre.

### 2.3. Información biológico-pesquera

La información analizada corresponde al seguimiento de la pesquería de Peces pelágicos pequeños durante el periodo comprendido entre 1982 – 2017. El levantamiento de información se ha generado por personal técnico del INP en los principales puertos de arribo de la flota, tanto en el desembarque en playa como en las tolvas de las diferentes empresas pesqueras. En estos lugares se realizaron entrevistas a capitanes para obtener información referente a zonas de pesca, captura total, proporción de especies, destino de la pesca, número de lances, condiciones ambientales, etc. Aleatoriamente, se obtiene una muestra de 15 - 25 kg de especies, ya sea directamente desde las bodegas de los barcos, del desembarque en playa o de las tolvas de descarga. De las muestras analizadas se obtiene: la especie, el peso de muestra, longitud total o furcal y el sexo. Si las muestras se encuentran en buen estado, se selecciona una submuestra por especie de 20 individuos por clase/intervalo de longitud para muestreo biológico. Complementariamente, a partir de 2016 se obtienen datos de observadores a bordo de la flota de PPP en todas las clases de embarcaciones con énfasis en las clases I y II. Anualmente se han medido en promedio más de 20 mil individuos.



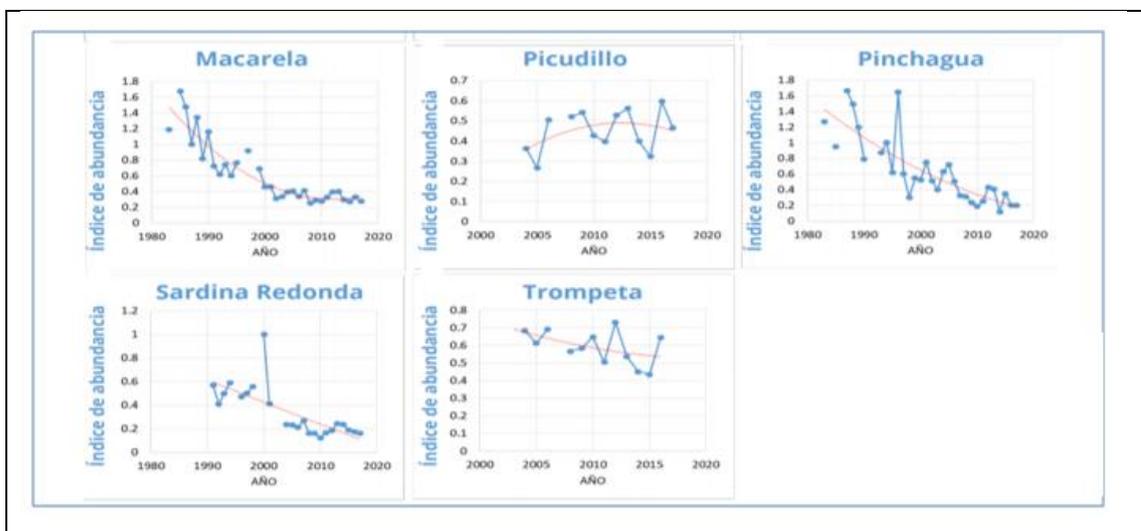
**Ilustración 2-3:** Promedio anual del número de individuos medidos de las especies de pelágicos pequeños del Ecuador

Fuente: INP, 2023.

Las especies con mayor tamaño de muestra promedio han sido la pinchagua, macarela y chuhueco, con más de 4 mil individuos medidos anualmente, mientras las menos representadas son el roncador y trompeta con menos de 500 individuos por año Ilustracion 2-3.

### 2.3.1. Índices de abundancia

Los índices de abundancia anual han sido generados por medio de Modelos Lineales Generalizados (GLM, por sus siglas en inglés). Estos corresponden al efecto anual de la Captura por Unidad de Esfuerzo. Los efectos incluidos en el GLM fueron el año, la zona y el tipo de buque. De estos se destacan la sostenida tendencia a la baja exhibida en macarela, pinchagua, sardina y botella.



**Ilustración 2-4:** Índices de abundancia CPUE estimados por GLM de recursos pelágicos pequeños del Ecuador. La línea roja representa la tendencia

Fuente: INP, 2023.

## 2.4. Parámetros Biológicos

Los parámetros de historia de vida de las especies en estudio fueron obtenidos mediante la revisión bibliográfica especializada, juicio experto, así como el uso de diversos estimadores bioanalógicos, ecuaciones empíricas y cálculos de invariantes propuestas por Beverton y Holt (1956); Beddington y Kirkwood (2005), Froese y Binohlan (2000) y Froese et al., (2019). Esto permitió generar una relación de los parámetros biológicos de las nueve especies analizadas compuestos por los parámetros de crecimiento (Look), longevidad, parámetros de la relación talla-peso ( $\log. a$  y  $b$ ), madurez ( $L_{50ms}$  y mes de desove) y talla crítica ( $L^*$ ). Esta última talla corresponde a la talla en la cual se aprovecharía la máxima productividad en peso de una cohorte (Figura 5). En algunos

casos estos parámetros fueron propuestos en base a opinión experta de los investigadores o en base a meta-análisis de especies similares.

Especie	L <sub>oo</sub> (cm)	k	M año <sup>-1</sup>	log_a	b	L <sub>50ms</sub> (cm)	T <sub>máx</sub> (año)	Mes desove	dt desove	L* (cm)
Botella (c)	38.00	0.30	0.60	-2.04	3.15	25.33	7	Dic-Feb	0.08	23.24
Chuhueco (b)	22.10	0.43	0.80	-5.65	3.40	14.70	5	Ago-Oct	0.75	14.28
Corbata (b)	105.0	0.10	0.20	-13.07	2.78	50.60	15	Sept	0.75	61.00
Macarela (a)	37.00	0.23	0.50	-12.38	3.21	23.02	8	Nov	0.92	22.06
Picudillo (c)	36.80	0.25	0.50	-3.32	2.66	17.60	6	Nov	0.92	21.01
Pinchagua (a)	31.70	0.26	0.50	-3.82	2.85	21.00	7	Feb	0.17	18.93
Roncador (c)	31.57	0.34	0.68	-4.32	2.96	21.00	6	Ago	0.67	18.84
Sardina redonda(c)	29.40	0.30	0.60	-6.65	3.77	17.40	6	Nov	0.92	19.21

**Ilustración 2-5:** Parámetros biológicos de las principales especies pelágicas pequeñas del Ecuador. T máx. es la longevidad estimada, L<sub>50ms</sub> es la talla de madurez y L\* la talla crítica

**Fuente:** Canales et al. (2013); Canales et al. (2014) (a) Invariantes Beverton & Holt; Beddington & Kirk Wood 2005 (b) Froese & F – Fishbase

## 2.5. Unidades poblacionales

No existen estudios sobre los límites de unidades poblacionales de estos recursos en aguas ecuatorianas. No obstante, esto, se han identificado dos ecorregiones ambientales frente a las costas ecuatorianas, de las que destaca la zona de Guayaquil, en la cual se concentra la pesquería de pequeños pelágicos. Esta pesquería se desarrolla principalmente desde Manta hasta el límite sur de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) ecuatoriana, zona caracterizada por niveles de salinidad superficial próximos a 20 psu y temperaturas en torno a 35 °C. La relación entre las condiciones ambientales promedio de la ecorregión de Guayaquil y la distribución de la pesquería, hacen suponer la existencia de unidades poblacionales cerradas desde la zona de Manta hacia el sur, las que a su vez estarían muy relacionadas con las cargas del río Guayas, cuya zona de influencia determinaría la extensión de estas unidades hacia el límite sur con el Perú. Sin perjuicio de esta hipótesis y a falta de mayor conocimiento, se supuso que la flota es capaz de distribuirse casi por completo sobre unidades poblacionales cerradas, lo cual significa entre otros, que las variaciones poblacionales debido a flujos migratorios son mínimas. En estas condiciones se supone que tanto las fallas de reclutamientos como la presión pesquera son los principales responsables de las variaciones en la biomasa desovante. El reclutamiento es un proceso aleatorio difícil de vincular con el stock progenitor, mientras la biomasa desovante/adulta se encuentra permanentemente alterada por la captura de los individuos más grandes, pudiendo este efecto generar la disminución poblacional (Canales y Jurado, 2021).

## 2.6. Bases teóricas

La Carduma (*Cetengraulis mysticetus*) es la principal especie comercial entre los pequeños pelágicos del Pacífico, otros nombres: sardina, agallona, anchoveta. Vive zonas costaneras hasta 8 km mar afuera y estuarinas pocas profundas de hasta 32 m. Forma cardúmenes bastante grandes sobre fondos fangosos o fango-arenosos cerca de las bocas de mar. Se alimenta de larvas, huevo de peces, zooplancton y fitoplancton. Se prohíbe la pesca de la Carduma en el Océano Pacífico entre el 1 de noviembre y el 31 de diciembre de cada año, etapa de reproducción.



**Ilustración 2-6:** Carduma – pesca artesanal

**Fuente:** Recursos pesquero GAMDCR,2021.

Especie pelágico-costera que normalmente se encuentra hasta 8 km mar afuera, alcanzado profundidades de unos 25 m. Forma cardúmenes bastante grandes que al parecer se desbandan y reagrupan con gran rapidez, generalmente sobre fondos arenosos, (Fischer et al., 1995).

Este recurso es importante como base fundamental para el suministro de materia prima en la producción de alimentos concentrados. Igualmente, sus capturas son utilizadas como carnada en pesquerías. Varios investigadores han caracterizado el comportamiento de las poblaciones de este recurso y han estimado un rendimiento máximo sostenible que oscila entre 35 mil y 28 mil t (Lasso y Zapata, 1999). Para el presente análisis se contó con información de captura y esfuerzo de las empresas que vienen desarrollando este tipo de pesquería, constituyendo un registro histórico de más de 15 años de datos; esta pesquería ha tenido un amplio desarrollo. La relación entre la CPUE y el esfuerzo a través de los años, evidencia comportamiento inverso, excepto para los últimos años, en los cuales el esfuerzo cae abruptamente y la CPUE tiene una respuesta positiva. Esto puede ser consecuencia de anomalías ambientales (Barreto et al., 2008). Este comportamiento se ha

visto reflejado en las pesquerías que la flota colombiana ejerce sobre este recurso Carduma, inclusive se presentan años de capturas altas y bajas como las reportadas durante 2009, que alcanzaron las 6.969 mil t.

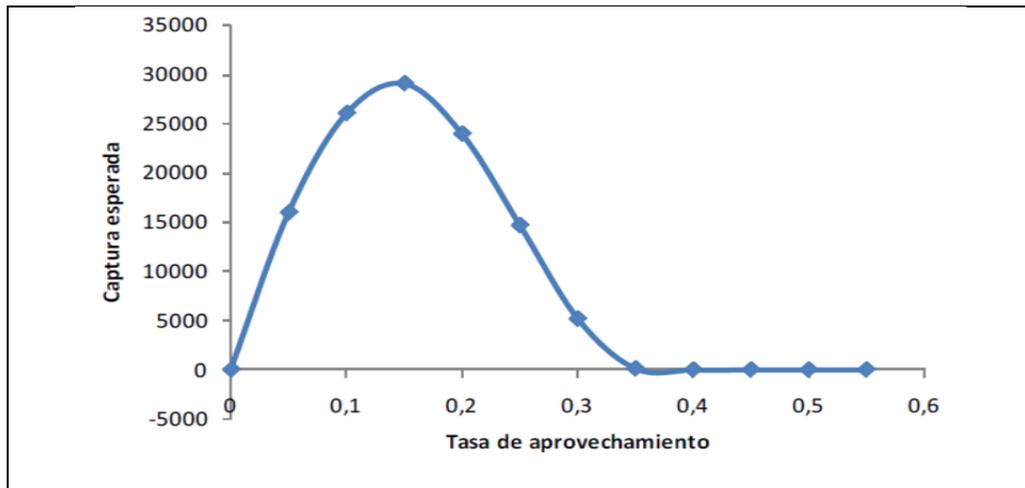
### 2.6.1. Modelos de producción

Al contar con información de análisis realizados durante los últimos años por Reyes, Rodríguez y Barretos Reyes (2008), en el presente trabajo se realiza una actualización mediante la utilización del modelo de producción excedente y Bootstrap.

9357	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
0	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55	0
0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,1	14738,2	15346,0	15776,2	16097,1	16345,9	16544,7	16707,3	15936,466
0,15	20651,8	23361,5	25277,8	26706,3	27813,6	28697,9	29420,9	25989,978
0,2	15866,6	22614,4	27315,7	30803,0	33498,3	35647,0	37402,1	29021,008
0,25	1001,6	10769,7	20219,7	27025,8	32228,1	36353,7	39713,0	23901,664
0,3	0,0	8,1	2502,7	13061,6	22301,9	29398,7	35111,2	14626,326
0,35	0,0	0,0	0,0	17,2	2293,7	12114,6	21666,1	5155,933
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	794,5	113,928
0,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000

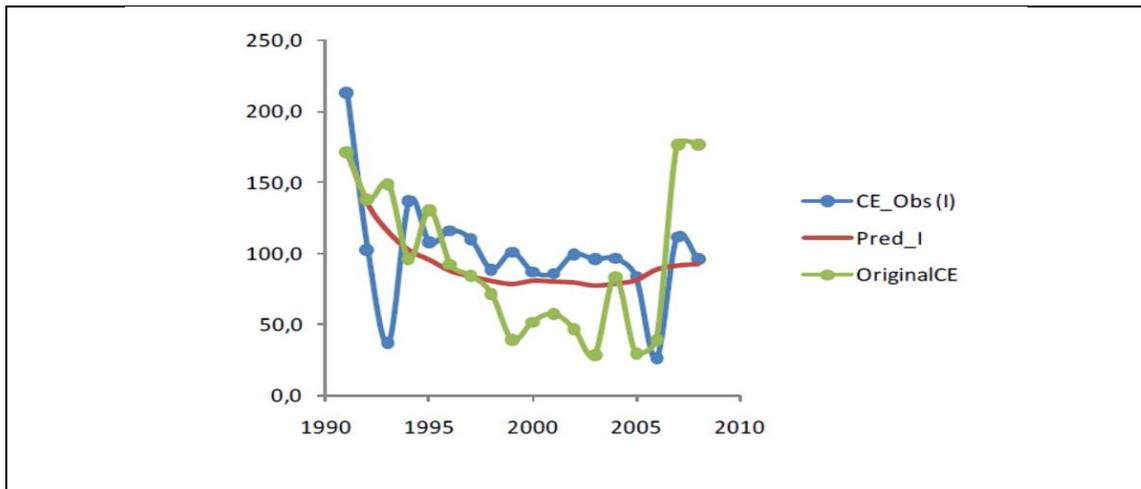
**Ilustración 2-7:** Estimación de datos para describir curva de extinción optimizada bayesianamente

Fuente: (Reyes, Rodríguez y Barretos Reyes, 2008)



**Ilustración 2-8:** Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual

Fuente: (Reyes, Rodríguez y Barretos Reyes, 2008)



**Ilustración 2-9:** Simulación de la pesquería de *Cetengraulis mysticetus* mediante la técnica de muestreo, RMS = 24.303 t

**Fuente:** (Reyes, Rodríguez y Barretos Reyes, 2008)

El modelo de producción excedente Gordon Schaefer muestra un rendimiento máximo sostenible de 25.989 t al 10% de aprovechamiento de la biomasa, el cual es superior en un 6% a lo obtenido con Bootstrap, lo que indica valores consistentes en estos resultados.

Es importante anotar que la WWF, presentó un documento sobre la situación de las pesquerías del Pacífico colombiano en el cual incluyó un extenso análisis sobre las pesquerías de la Carduma. En este análisis el biólogo Luis Zapata recomendó no sobrepasar la cuota estimada para el 2009. Con los resultados obtenidos de la modelación empleada, así como los otros aspectos mencionados, se recomienda una cuota de captura que no supere las 25.989 t. Los resultados evidencian que ya se están alcanzando los niveles de máximo aprovechamiento con el esfuerzo actual, por lo cual no se debe permitir un incremento del mismo.

### 2.6.2. Relación longitud y peso - talla media de captura

Con las bases de datos recolectadas sobre tallas se realizará una agrupación utilizando los procedimientos estadísticos tradicionales (Zar, 1999; Sokal y Rohlf, 2013), para los cuales se hicieron histogramas de frecuencias donde se determinó la talla promedio de captura:

$$x = \frac{\sum f * I}{n} \quad \text{Ec.1}$$

Se procederá a determinar el comportamiento de la relación peso contra longitud (estándar o total si los peces presentaban aletas duras o blandas), de acuerdo con la metodología tradicional (Eberhardt y Ricker, 1977).

$$w = a * L^b \quad \text{Ec.2}$$

Igualmente se trabajará la relación que existe ente la longitud total y la longitud estándar para estimar los valores predictivos de la longitud total bajo la siguiente expresión.

$$L_{ta} * bL_s \quad \text{Ec.3}$$

Para evaluar si el crecimiento tiene alguna tendencia (isométrico o alométrico) se comprobó mediante la prueba de hipótesis de valoración con t estimada (Bailey, 1986).

$$\tau = \frac{\frac{s.d.x}{s.d.y} * |b - 3|}{\sqrt{1 - r^2}} * \sqrt{n - 2} \quad \text{Ec.4}$$

La ecuación 2 indica que el peso (w) es proporcional a la potencia (b) de la longitud. Se valora el factor de condición como la proporción entre el peso (w) y la longitud (Bailey, 1986).

### 2.6.3. El modelo de Gordon-Schaefer

El modelo de Gordon-Schaefer utiliza dos ecuaciones:

La ecuación de captura:

$$C = E \times B \times (1 - e^{-qE}) \quad \text{Ec.5}$$

Donde:

$E$  es el esfuerzo de pesca (h/día)

$B$  es la biomasa de la población de peces al comienzo del año (ton)

$q$  es un parámetro que refleja la sensibilidad de la tasa de captura a cambios en (h/ton)

el esfuerzo de pesca

$C$  es la captura de peces en un año (ton/día)

La ecuación de crecimiento de la población de peces:

$$B = B_0 + r \times B_0 \left(1 - \frac{B_0}{K}\right) - C \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

$B$  es la biomasa de la población de peces al final del año (ton/km<sup>2</sup>)

$B_0$  es la biomasa de la población de peces al comienzo del año (ton/km<sup>2</sup>)

$r$  es la tasa de crecimiento de la población de peces (dias<sup>-1</sup>)

$K$  es la capacidad de carga del medio ambiente para la población de peces (ton/km<sup>2</sup>)

$C$  es la captura de peces en un año (ton/día)

Para utilizar el modelo de Gordon-Schaefer, primero se deben obtener datos sobre la biomasa de la población de peces, la tasa de crecimiento de la población, la capacidad de carga del medio ambiente y la tasa de captura en años anteriores. A partir de estos datos, se pueden ajustar los valores de los parámetros del modelo para obtener una buena aproximación de cómo se espera que la población de peces y la captura cambien en el futuro en respuesta a diferentes niveles de esfuerzo de pesca (Gordon y Schaefer, 1957).

Es importante tener en cuenta que el modelo de Gordon-Schaefer es solo una herramienta de evaluación y no debe utilizarse como la única fuente de información para la gestión de las pesquerías. Otros factores, como la dinámica del ecosistema y las necesidades de las comunidades pesqueras locales, también deben ser considerados.

#### ***2.6.4. Estimación la biomasa de la población de peces***

La estimación de la biomasa de una población de peces es una tarea importante para la gestión sostenible de la pesca. Existen varias técnicas y métodos para estimar la biomasa de una población de peces, pero aquí te menciono algunas de las más comunes:

- **Evaluación directa:** Este método implica contar y medir individualmente todos los peces presentes en un área determinada. Esta técnica puede ser muy precisa, pero puede ser costosa y consumir mucho tiempo.
- **Muestreo aleatorio:** Este método implica tomar muestras de la población de peces en un área determinada y utilizar esa información para estimar la biomasa total de la población. La muestra puede ser recolectada utilizando una variedad de técnicas, como redes de arrastre, redes de enmalle, trampas y buceo. La precisión de este método depende del tamaño de la muestra y de la selección adecuada del área de muestreo.
- **Marcado-recaptura:** Este método implica la captura y el marcaje de una muestra de peces, la liberación de los peces de nuevo al agua, y luego la captura de otra muestra en una fecha posterior. La proporción de peces marcados en la segunda muestra puede usarse para estimar el tamaño de la población total.
- **Modelado:** Los modelos matemáticos pueden ser utilizados para estimar la biomasa de una población de peces. Estos modelos pueden utilizar información como la tasa de crecimiento, la mortalidad y la edad de los peces para estimar la biomasa total.

En resumen, la elección de un método específico para estimar la biomasa de la población de peces depende de varios factores, como la disponibilidad de recursos, la precisión requerida y las características de la población de peces en cuestión (Bellido y Lleonart, 1999).

### **2.6.5. Cálculo de la biomasa de la población de peces usando el método de muestreo aleatorio**

El cálculo de la biomasa de una población de peces mediante muestreo aleatorio implica la recolección de una muestra de peces en un área determinada, para luego utilizar esa información para estimar la biomasa total de la población. A continuación, se proporciona un ejemplo paso a paso de cómo realizar este cálculo:

Supongamos que queremos estimar la biomasa de una población de peces en un lago. Para ello, tomamos una muestra de peces utilizando una red de enmalle. En esta muestra, contamos y medimos el peso y la longitud de cada pez capturado. Supongamos que nuestra muestra de peces consiste en 50 individuos, con un peso promedio de 0.5 kg y una longitud promedio de 30 cm.

Para estimar la biomasa total de la población de peces en el lago, primero necesitamos conocer el área total del lago. Supongamos que el lago tiene un área de 5000 metros cuadrados.

A continuación, necesitamos estimar la densidad de la población de peces en el lago. Para ello, dividimos el número de peces capturados en nuestra muestra por el área de muestreo. En este ejemplo, nuestra densidad sería de  $50/5000 = 0.01$  peces por metro cuadrado.

Luego, utilizamos la densidad estimada para calcular la biomasa total de la población de peces. Para ello, multiplicamos la densidad por el área total del lago. En este ejemplo, la biomasa total sería de  $0.01 * 5000 = 50$  kg de peces.

Es importante tener en cuenta que este método de muestreo aleatorio es solo una estimación y que existen ciertas limitaciones, como la posibilidad de que la muestra no sea completamente representativa de la población total de peces en el lago. Por lo tanto, es importante realizar muestreos aleatorios repetidos en diferentes momentos y áreas para mejorar la precisión de la estimación de biomasa (Merino, Fernández y González-García, 2006).

### **2.6.6. Cálculo de la tasa de crecimiento de la población de peces**

La tasa de crecimiento de la población de peces puede ser calculada utilizando la fórmula de la tasa de crecimiento poblacional:

$$r = \frac{\ln(N_t) - \ln(N_0)}{t} \quad \text{Ec.7}$$

Donde:

$r$  tasa de crecimiento poblacional

$N_t$  número de individuos en el momento  $t$   
 $N_0$  número de individuos en el momento inicial  
 $t$  tiempo transcurrido entre  $N_t$  y  $N_0$  (expresado en años)

A continuación, se explica paso a paso cómo calcular la tasa de crecimiento poblacional de una población de peces utilizando esta fórmula:

Determinar el número de individuos de la población de peces en el momento inicial ( $N_0$ ) y en el momento final ( $N_t$ ). Esto puede requerir la recolección de datos a lo largo del tiempo mediante el uso de técnicas de muestreo y monitoreo.

Calcular el tiempo transcurrido ( $t$ ) entre  $N_0$  y  $N_t$ . Por ejemplo, si  $N_0$  fue registrado en enero y  $N_t$  en julio, entonces  $t$  sería de 6 meses o 0.5 años.

Calcular la tasa de crecimiento poblacional ( $r$ ) utilizando la fórmula anterior. Para ello, es necesario tomar el logaritmo natural ( $\ln$ ) de  $N_t$  y  $N_0$ , restarlos y luego dividir por  $t$ .

Interpretar la tasa de crecimiento poblacional obtenida. Si  $r$  es positivo, indica que la población está creciendo, mientras que, si es negativo, indica que está decreciendo. Además, el valor absoluto de  $r$  indica la tasa de crecimiento: valores más altos indican un crecimiento más rápido y valores más bajos indican un crecimiento más lento.

Es importante destacar que el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional es una estimación y puede ser afectado por muchos factores, como la disponibilidad de alimentos, la competencia, la depredación, entre otros. Por lo tanto, es importante realizar muestreos y monitoreos periódicos para actualizar y mejorar la precisión de la estimación de la tasa de crecimiento poblacional (Campos-Dávila y González-Salas, 2020).

### ***2.6.7. Cálculo de la capacidad de carga del medio ambiente***

El cálculo de la capacidad de carga del medio ambiente es un proceso complejo que depende de muchos factores, como la disponibilidad de recursos, la calidad del hábitat y la interacción entre las especies. A continuación, se presentan algunos pasos generales que se pueden seguir para calcular la capacidad de carga de un ecosistema:

**1. Identificar la especie objetivo:** la capacidad de carga depende de la especie en cuestión, por lo que es importante identificar la especie que se desea estudiar.

2. **Determinar la tasa de crecimiento poblacional de la especie:** para estimar la capacidad de carga de un ecosistema, es necesario conocer la tasa de crecimiento poblacional de la especie en cuestión. Esta tasa se puede estimar a partir de datos de campo o de la literatura científica.
3. **Identificar los factores limitantes:** para calcular la capacidad de carga de un ecosistema, es necesario identificar los factores que limitan el crecimiento de la población de la especie objetivo. Estos factores pueden incluir la disponibilidad de alimento, la competencia por recursos, la depredación, la enfermedad y otros factores ambientales.
4. **Estimar la cantidad de recursos disponibles:** una vez identificados los factores limitantes, es necesario estimar la cantidad de recursos disponibles en el ecosistema. Por ejemplo, para estimar la capacidad de carga de un lago, se puede medir la cantidad de nutrientes, el oxígeno disuelto y la temperatura del agua.
5. **Calcular la capacidad de carga:** Finalmente, se puede utilizar un modelo matemático para calcular la capacidad de carga del ecosistema. Este modelo puede incluir la tasa de crecimiento poblacional de la especie objetivo y los factores limitantes identificados, junto con la cantidad de recursos disponibles.

Es importante tener en cuenta que el cálculo de la capacidad de carga es una estimación y puede verse afectado por muchos factores. Además, la capacidad de carga puede cambiar con el tiempo debido a cambios en los factores ambientales o a la introducción de especies invasoras. Por lo tanto, es importante realizar estudios periódicos para actualizar la estimación de la capacidad de carga y asegurar la conservación del ecosistema (Ayllón et al., 2012).

#### **2.6.8. Cálculo la tasa de captura en poblaciones de peces**

La tasa de captura es una medida de la cantidad de peces capturados en una unidad de tiempo en relación a la población total de peces en un área determinada. Para calcular la tasa de captura de una población de peces, debemos seguir los siguientes pasos:

**Determinar la población total de peces en el área:** Para estimar la población total de peces en un área, se pueden utilizar diferentes técnicas de muestreo, como, por ejemplo, el método de conteo visual, el método de remoción y recaptura, entre otros.

**Obtener los datos de captura:** Registramos la cantidad de peces capturados en un período de tiempo determinado, por ejemplo, durante una hora de pesca.

**Calcular la tasa de captura:** Dividimos la cantidad de peces capturados en el período de tiempo considerado por la población total de peces en el área. La tasa de captura se expresa en unidades de peces por hora o por día, dependiendo del período de tiempo considerado.

La fórmula para calcular la tasa de captura es la siguiente:

Tasa de captura = (Número de peces capturados) / (Población total de peces en el área) x (Unidad de tiempo considerada)

Por ejemplo, supongamos que en un lago se estima que hay una población total de 500 peces y en una hora de pesca se capturan 20 peces. Entonces, la tasa de captura sería:

Tasa de captura = (20 peces) / (500 peces) x (1 hora) = 0.04 peces/hora

Es importante tener en cuenta que la tasa de captura puede variar en función de diferentes factores, como la época del año, el tamaño de los peces, la técnica de pesca utilizada, entre otros.

## **2.7. Bases legales**

En Ecuador está regulada por las autoridades competentes. A continuación, se describen las principales bases legales que rigen la pesca de la Carduma en Ecuador:

Constitución de la República del Ecuador: La Constitución establece el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como el deber del Estado de proteger la biodiversidad y los recursos naturales (Asamblea Constituyente, 2008).

Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero: Esta ley establece las bases para la gestión, conservación y explotación sostenible de los recursos pesqueros, incluyendo la Carduma. También establece las sanciones por infracciones a las normas de pesca (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2007).

Acuerdo Ministerial No. 0019-2018: Este acuerdo establece la temporada de veda para la pesca de la Carduma en las provincias de Manabí y Santa Elena, desde el 1 de febrero hasta el 31 de julio de cada año (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2018).

Resolución Ministerial No. 098-2019: Esta resolución establece las medidas de manejo y conservación de la Carduma en la costa ecuatoriana. Entre ellas se incluyen la talla mínima de captura, el número máximo de ejemplares por pescador y la obligatoriedad de utilizar anzuelos sin muerte (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2018).

Es importante destacar que estas bases legales pueden estar sujetas a modificaciones o actualizaciones por parte de las autoridades competentes, por lo que es necesario estar informado sobre las normas vigentes en cada momento. Además, es fundamental respetar las normas y medidas de manejo establecidas para garantizar la sostenibilidad de la pesquería de la Carduma.

Además de las bases legales mencionadas anteriormente, existen otras normativas y disposiciones que regulan la pesca de la Carduma en Ecuador. A continuación, mencionaré algunas de ellas:

Reglamento para el Control y Vigilancia de la Pesca: Este reglamento establece las normas y procedimientos para el control y vigilancia de la pesca en el territorio nacional. También establece las sanciones para las infracciones a las normas de pesca (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2018).

Reglamento de Inspección, Control y Vigilancia de la Pesca y Acuicultura: Este reglamento establece las normas y procedimientos para la inspección, control y vigilancia de la pesca y acuicultura en el territorio nacional. También establece las sanciones para las infracciones a las normas de pesca y acuicultura (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2016).

Resolución Ministerial No. 015-2017: Esta resolución establece las disposiciones para la emisión y control de las autorizaciones de pesca en aguas marítimas y continentales del Ecuador. También establece los requisitos para obtener la autorización de pesca y las sanciones por infracciones a las normas.

Resolución Ministerial No. 135-2019: Esta resolución establece las normas para el registro y control de las embarcaciones pesqueras artesanales en el territorio nacional. También establece las sanciones por incumplimiento de las normas.

Es importante destacar que las bases legales para la pesca de la Carduma en Ecuador están sujetas a modificaciones y actualizaciones constantes, por lo que es necesario estar informado sobre las normas y disposiciones vigentes en cada momento. Además, es fundamental cumplir con las normas y medidas de manejo establecidas para garantizar la sostenibilidad de la pesquería de la Carduma.

Existen otras regulaciones específicas que se aplican a la pesca de la Carduma en Ecuador, por ejemplo:

Reglamento de la Pesca Deportiva en Aguas Continentales: Este reglamento establece las normas y procedimientos para la pesca deportiva en aguas continentales del Ecuador. Entre las disposiciones específicas para la pesca de la Carduma se encuentra la prohibición de utilizar redes y otros aparejos de pesca similares.

Plan de Manejo de la Pesquería de la Carduma: Este es un plan de manejo específico para la pesca de la Carduma en la cuenca del río Guayas. El plan establece las medidas de manejo que deben aplicarse para garantizar la sostenibilidad de la pesquería y el uso adecuado de los recursos pesqueros.

Prohibición de la pesca de Carduma en periodo reproductivo: Existe una prohibición de la pesca de la Carduma durante su periodo reproductivo, el cual se establece en el Reglamento de la Pesca Deportiva en Aguas Continentales. Esta medida busca garantizar la reproducción y el reclutamiento de nuevos individuos en la población de Carduma.

Es importante mencionar que estas regulaciones y disposiciones están destinadas a garantizar la sostenibilidad de la pesquería de la Carduma en Ecuador y a proteger los recursos pesqueros para las generaciones futuras. Por lo tanto, es fundamental respetar y cumplir con estas normas para asegurar la continuidad de la pesquería y la conservación de los ecosistemas acuáticos.

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación sobre la gestión del proceso de pesca de la Carduma para el aprovechamiento sostenible del recurso pesquero del cantón de Rioverde de la provincia de Esmeraldas”, se llevará bajo un régimen de estudio investigativo mixto, por la interacción de los métodos cualitativos y cuantitativos, además se definirá acciones mediante la investigación evaluativa.

Se lo establece estudio mixto porque se maneja criterios cualitativos y situaciones descriptivas de las actividades del sector pesquero del cantón, juntamente con las acciones ambientales que se generan esta actividad y sus alrededores. El punto de vista de estudio cuantitativo permitirá estimar la población de peces en función de los tiempos de pesca, cantidades de pesca, números de pescadores y embarcaciones, por medio de la ejecución de técnicas de monitoreo en los sitios de recurrencia o tasación del número de comuneros. Como resultado se obtiene la información que permitirá analizar y evaluar datos para la toma de decisiones bajo el método evaluativo en la regulación y control del proceso de la pesca de la Carduma por parte de las autoridades del cantón Rioverde. Finalmente, la búsqueda de la generación de conocimientos para resolver esta problemática de la pesca descontrolada y problemas ambientales convierte en necesario el uso de herramientas pertenecientes a la investigación aplicada.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

Este enfoque de investigación es considerado como no experimental, debido a que aunque se manejan variables, no es posible ejercer un control absoluto sobre todas ellas. Un ejemplo de variable no controlable es la población de la especie Carduma, la cual está directamente relacionada con la temperatura de la temporada y depende de diversos factores ambientales, tiempos, cantidades de pesca, entre otros. Por lo tanto, la interacción dinámica de las variables independientes y dependientes a lo largo del tiempo es lo que genera el dinamismo en este caso de estudio relacionado con la pesca en el cantón de Rioverde. Es importante destacar que, aunque no se trata de un diseño experimental, este enfoque permite analizar de manera más realista y contextualizada las complejas interacciones entre las variables involucradas en el fenómeno en estudio.

### 3.2.1. Diseño no experimental

#### 3.2.1.1. Operacionalización de los objetivos

**Tabla 3-1:** Tabla de operacionalización de objetivos

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
Elaborar metodologías de regulación del proceso de pesca de la Carduma, mediante una ordenanza municipal para el aprovechamiento sostenible de los recursos pesquero en el cantón de Rio Verde, provincia de Esmeraldas.	<p>Desarrollar un diagnóstico de la situación actual de la pesca de la Carduma en el cantón Rioverde (matriz informacional de embarcaciones, pescadores, insumos, frecuencias de pesca y cantidades de Carduma en las temporadas).</p> <p>Evaluar el estudio del impacto ambiental de las actividades relacionadas a la pesca de la Carduma.</p> <p>Elaborar una ordenanza municipal para la regulación de la pesca, transporte y uso de la Carduma.</p>	<p>El levantamiento de la línea base actualizada en el sector pesquero de la Carduma en el cantón Rioverde, Esmeraldas; expresa el aumento en el número de pescadores, número de embarcaciones, composición del desembarque y la captura por unidad de Esfuerzo (CPUE), en comparación con las últimas estadísticas realizadas hace aproximadamente 5 años por el Instituto</p> <p>Registro Nacional de Pesca.</p>	<p>Mortalidad de pesca</p> <p>Toneladas de Carduma</p> <p>Cantidad de embarcaciones y turnos de pesca, temporadas de pesca.</p> <p>Peso-longitud, madurez sexual, sexo de la Carduma</p> <p>Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)</p> <p>Registro de venta e exportación</p> <p>Registro de pesca</p>	<p>Balanza Técnica</p> <p>Ictiómetro de aluminio</p> <p>Multiparámetros</p> <p>Baldes</p> <p>Malla</p>

**Realizado por:** Saca Jessica, 2023.

### 3.3. Área de estudio

#### 3.3.1. Ubicación geográfica

El Cantón Rioverde se encuentra ubicado al norte, a 58 Km de distancia de la ciudad de Esmeraldas. Se encuentra bañada por el Océano Pacífico y las verdes aguas del río que lleva su mismo nombre, pertenece a la zona norte de la provincia de Esmeraldas y comparte en clima tropical muy húmedo que lo recoge desde la boca del río Santiago en el cantón Eloy Alfaro, influenciado por las brisas marinas. Parroquias urbanas: Rioverde (cabecera cantonal); Parroquias rurales: Chontaduro, Chumundé, Lagarto, Montalvo y Rocafuerte.

El Cantón Rioverde es una municipalidad de la provincia de Esmeraldas. Su cabecera cantonal es la ciudad de Rioverde, fundada por el científico Pedro Vicente Maldonado en el año 1743. Su población es de 31.992 habitantes,1 tiene una superficie de 1.506 km<sup>2</sup>.Rioverde, se presenta como una zona cálida con temperaturas de 24 °- 25°C, en la zona costera y 22° - 23°C, en zonas húmedas. De forma general la temperatura en el cantón Rioverde, oscila entre los 22° y 25°c. En los últimos años, la temperatura en la zona de Rioverde, ha producido un aumento como consecuencia de la disminución de las lluvias que provocan la sequía del suelo y al caer pocas lluvias provocan evaporaciones continuas.

Sus límites son al norte con el Océano Pacífico, con el sur con el Cantón Quinindé, al este con el Cantón Eloy Alfaro y al oeste con el Cantón Esmeraldas. (GADMCR, 2021)



**Ilustración 3-1:** Cantón Rioverde-Esmeraldas

Fuente: Google Earth, (2021).

### 3.4. Población

En el caso de la pesquería pelágica cuyas artes de pesca son las cerqueras, las actividades de pesca tienen acceso a la parte explotada del stock, de la cual es extraída una cantidad de individuos. Entonces la población objetivo es el stock; la población muestral es la captura y la muestra será una parte obtenida de la captura. Los peces deben considerarse como cada unidad de muestra o elementos a muestrear.

### 3.5. Muestra

#### 3.5.1. *Tamaño de muestra*

El tamaño de la muestra está condicionado a la longitud y volumen de los distintos ejemplares a muestrear, por lo que se sujetará a las siguientes cantidades:

**Tabla 3-2:** Condiciones para muestreo

Especie	No. de ejemplares	Frecuenciaa medir	Especie
Carduma	100 - 120	Diaria	4 baldes (40 kg)

**Fuente:** Manual de Muestreo de la Pesquera Pelágica (2001).

**Realizado por:** Saca Jessica, 2023.

Si se presentase en la muestra Carduma juvenil- (menor a 26 cm) el muestreador sólo deberá muestrear 2 baldes.

#### 3.5.2. *Número de unidades muestrales*

##### 3.5.2.1. *Diseño experimental*

Para realizar un modelo experimental para determinar el tamaño de una población de peces con el método de muestreo aleatorio, se pueden seguir los siguientes pasos:

Seleccionar una zona de estudio: Es importante seleccionar una zona donde se sabe que habita la población de peces que se desea estudiar.

Determinar la unidad de muestreo: Se debe determinar la unidad de muestreo, que puede ser un tramo de río, un lago o una sección de costa.

Establecer el tamaño de la muestra: Es necesario determinar el tamaño de la muestra que se va a tomar. La muestra debe ser representativa de la población total.

Realizar el muestreo: Se seleccionan al azar las unidades de muestreo dentro de la zona de estudio y se capturan los peces en cada una de ellas. Es importante registrar la cantidad de peces capturados en cada unidad de muestreo.

Calcular la densidad de población: Se calcula la densidad de población de peces en cada unidad de muestreo, dividiendo la cantidad de peces capturados por el tamaño de la unidad de muestreo. Estimar el tamaño de la población total: Con los datos de la densidad de población en cada unidad de muestreo, se puede calcular el tamaño total de la población de peces utilizando una fórmula matemática.

Es importante tener en cuenta que el método de muestreo aleatorio también tiene sus limitaciones, ya que la precisión de los resultados puede verse afectada por la variabilidad natural de la población, el tamaño de la muestra y otros factores. Sin embargo, si se realiza adecuadamente, el método de muestreo aleatorio puede proporcionar una estimación útil del tamaño de la población de peces.

### ***3.5.3. Selección de los puntos de muestreo***

#### ***3.5.3.1. Muestreo***

Este muestreo debe ser al azar y simple, es decir sin escoger ningún pez por más grande o chico que sea.

### ***3.5.4. Técnicas de recolección de datos***

#### ***3.5.4.1. Método biométrico***

Uno del muestreo a ser utilizado en esta investigación es el método biométrico, siendo aquel que consiste en obtener información sobre cómo se distribuyen las tallas de las especies presentes en las capturas en todo el rango de tamaños que se encuentre.

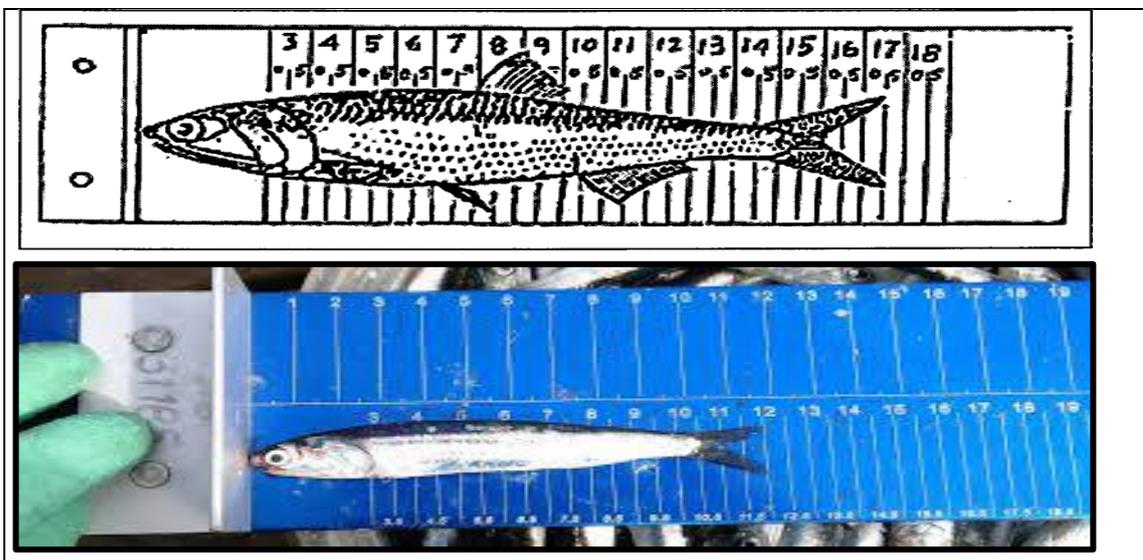
#### ***3.5.4.2. Material necesario para realizar el muestreo biométrico***

- Ictiómetro especial: con graduaciones cada 0,5 cm para la anchoveta y cada 1,0 cm para los otros recursos.
- Baldes plásticos de aproximadamente 12 kg de capacidad.
- Balanza romana de 12 kg.

- Formularios

### 3.6. Método de medición

Para obtener la medida de un pez, el muestreador debe usar un Ictiómetro de aluminio (regla diseñada especialmente para esta labor). Para lo cual deberá colocar al pez sobre el Ictiómetro, de tal modo que su cabeza tope la cabecera del Ictiómetro, sin hacer demasiada presión al espécimen. Deberá cerrar el hocico del ejemplar, enderezar su cuerpo y cola, procediendo posteriormente a leer la medida. Hay que tener en cuenta que la medición se aproxima a la línea divisoria más cercana de la escala; es decir al centímetro o medio centímetro más próximo.



**Ilustración 3-2:** Método de medición con Ictiómetro

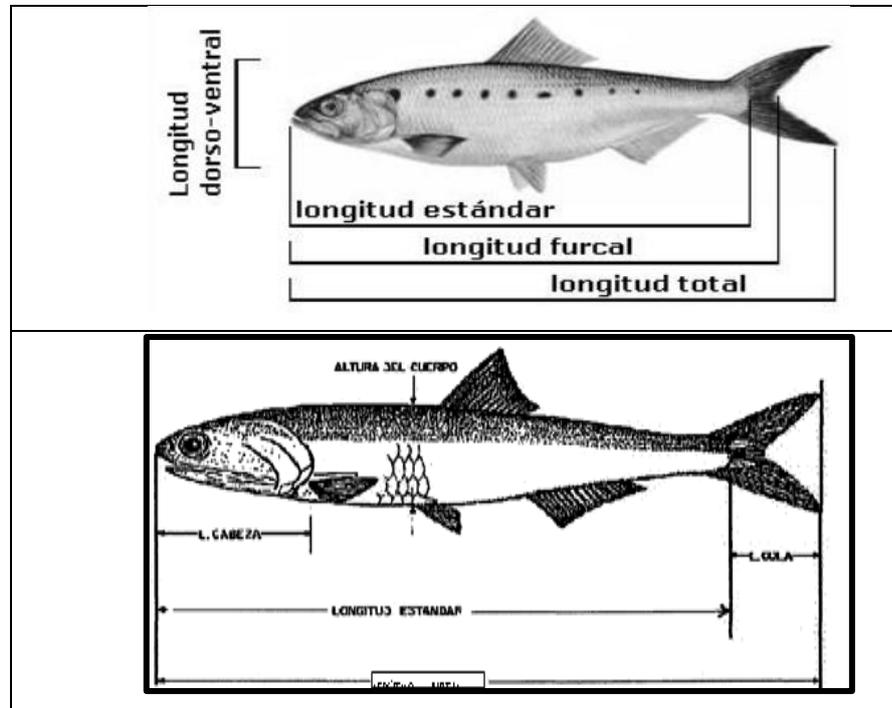
Realizado por: Saca Jessica, 2023.

El muestreador deberá medir al pez mientras esté fresco y húmedo, porque al secarse se contraerá rápidamente. Así mismo el muestreador se deberá dar cuenta si el pescado se encuentra en rigor mortis (rigidez que sigue a la muerte); en este caso deberá flexionarlo y enderezarlo antes de proceder a medirlo. Se deberá medir sólo aquellos ejemplares que estén completos, debiendo el muestreador descontar los que hubieran perdido parte de la cabeza o cola. En estos casos, se deberá tratar de completar la muestra al número de ejemplares requeridos.

Las medidas que normalmente se emplean en el muestreo biométrico son:

- **Longitud total:** Desde el extremo del hocico hasta el lóbulo más grande de la aleta caudal (cola). Deberá para ello unir ambos lóbulos caudales hacia la línea media longitudinal del cuerpo. Generalmente para esta longitud se utiliza la clase de longitud de medio centímetro y de un centímetro.

- **Longitud a la horquilla:** Desde el extremo del hocico hasta la hendidura o ángulo de la aleta caudal (cola). Se utiliza generalmente la clase de longitud de un centímetro.
- **Longitud estándar:** Desde el extremo del hocico hasta la última vértebra. Este tipo de longitud no es un muy usado en los muestreos de rutina.



**Ilustración 3-3:** Principales características morfológicas tomadas en un muestreo

Realizado por: Saca Jessica, 2023.

Los tipos de longitud que debe emplear el muestreador, la precisión, talla mínima de captura y la tolerancia de juveniles se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 3-3:** Tabla del muestreo

Especie	Tipo de longitud	Aproximación (cm)	Talla mínima de captura	Tolerancia de juveniles
Carduma	Total	1,0	26cm	10%

Fuente: Manual de Muestreo de la Pesquera Pelágica (2001).

Realizado por: Saca Jessica, 2023.

### 3.6.1. Datos e información que deben registrarse durante el muestreo biométrico

- Lugar y fecha de la embarcación muestreada
- Peso de la muestra
- Longitud total

### 3.6.2. Llenado de formularios

- Indicar nombre (s) de la persona (s) que realiza (n) el muestreo
- Verificar siempre que cada uno de los datos del formulario estén llenados correctamente, antes de enviar o llevar la información.
- La información se debe llenar con letra de imprenta y números legibles. De preferencia el que anota la frecuencia lo debe hacer por medio del sistema de palotes y posteriormente pasarlo a números arábigos para entregar el formulario.
- Tratar de muestrear ejemplares en buenas condiciones.

### 3.6.3. Tamaño de la muestra

Se toman 10 ejemplares por rango de tamaño, considerando todos los rangos de tamaño de la captura comercial. (Trumboro, FA, Wallace, W. E., Craig, R. S., 1949). La muestra debe tomarse en el lugar de desembarque y de ser posible, como una sub muestra del muestro biométrico.

### 3.6.4. Datos e información que debe registrarse durante el muestreo biológico

Durante el proceso de muestreo de la Carduma capturada en un día, es importante tomar una serie de datos para obtener información valiosa sobre la población de esta especie. En primer lugar, se deben registrar el peso y la longitud de cada individuo capturado, ya que esto puede proporcionar información sobre la estructura de la población y el crecimiento de la especie. Además, es importante registrar la fecha y hora de la captura para tener en cuenta la variabilidad temporal en la abundancia y distribución de la Carduma. También se debe registrar la ubicación exacta de la captura, lo que puede proporcionar información sobre la distribución geográfica de la especie y la relación con el hábitat. La recopilación cuidadosa de estos datos durante el proceso de muestreo es esencial para mejorar nuestra comprensión de la ecología y la dinámica poblacional de la Carduma y puede proporcionar información importante para la gestión y conservación de la especie.

**Tabla 3-4:** Datos tomados de las muestras

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Nombre de la especie	Texto	<i>Cetengraulis mysticetus</i>
Puerto	Texto	Nombre del punto de captura
Fecha de muestreo	Fecha/hora	Fecha y hora en formato “día/mes/año hora:minuto:segundo”
Longitud total	Centímetros	Longitud desde el morro hasta la horquilla
Peso total	Gramos	Peso del pescado incluido viseras
Peso eviscerado	Gramos	Peso del pescado sin viseras
Sexo	Texto	Macho o hembra

Madurez gonadal	Texto	Según escalas de madurez gonadal
Longitud gónada	Milímetros	Longitud de la gónada para machos
Peso gónada	Gramos	Para determinación del índice gonadosomático
Peso captura	Toneladas por día	Peso total capturado por embarcación
Tiempo captura	Horas por embarcación	Tiempo por embarcación necesitado para capturar un peso
Numero embarcaciones	Embarcaciones por día	Número total de embarcaciones trabajado por día
Observaciones	Texto	Datos extra necesarios para describir la captura del día

**Fuente:** (Marilú Bouchon C., 2001).

**Realizado por:** Saca Jessica, 2023.

La escala elaborada comprende cinco estadios: I virginal; II(V) madurez virginal o II(R) recuperación; III maduración; IV desove; y V desovado (Sánchez et al., 2013) .

### 3.7. Materiales y Equipos

El muestreo biológico es de tipo estratificado al azar, en dos etapas. El material necesario para realizar el muestreo biológico se muestra a continuación:

#### 3.7.1. *Materiales*

- Baldes plásticos de aproximadamente 12 kg de capacidad.
- Tijeras
- Pinzas
- Formularios

#### 3.7.2. *Equipos*

- Ictiómetro especial: con graduaciones cada 0,5 cm para la anchoveta y cada 1 cm para los otros recursos.
- Balanza

### 3.8. Codificación de muestras

#### 3.8.1. *Toma de muestra*

La toma de la muestra se la realizará antes de proceder a la medición de los peces. Al lugar donde se realizará el muestreo, el muestreador deberá estar provisto de los implementos necesarios para

cumplir tal fin. La toma de muestra deberá utilizar el mismo tamaño de muestra. Deben registrarse los siguientes datos: longitud, peso de la muestra, peso por grupo de especies.

En el caso de que el muestreador observase mezcla de especies en el muestreo, deberá tomar tantos baldes como para realizar un muestreo en que aproximadamente esté presente al menos el 50% de la especie dominante en el número de baldes requeridos, esto es hasta completar 100 a 120 ejemplares.

### 3.8.2. *Análisis estadístico descriptivo*

Una vez obtenidos los datos del muestro de campo, laboratorio y datos informativos del registro del GADMCR se planteará los niveles de cumplimiento a la normativa legal vigente y se compara los parámetros establecidos por el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador.

**Tabla 3-5:** Parámetros establecidos por la INP

<b>Resultados</b>	<b>Validación de Resultados</b>
Tiempos/temporada de pesca	Vedas establecidas en el Instituto Nacional de Pesca
Embarcaciones –Pescadores	Registros documentados del GADMCR
Tamaño y peso de la Carduma	Criterios técnicos del Instituto Nacional de Pesca sobre redes de cerco para la captura de peces pelágicos
Niveles de contaminación del estudio del impacto ambiental	Ley Orgánica para el desarrollo de la Acuicultura y Pesca
Ordenanza municipal	Formatos y guía de ordenanzas existente en el GADMCR

**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE RESULTADO, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

#### 4.1. Recolección de datos pesca de Carduma

Al no existir datos previos sobre la captura de Carduma se opta por diseñar una aplicación que permita almacenar la información para luego aproximar mediante un modelo poblacional la evolución de la cantidad de Carduma en el área de Río Verde.

##### 4.1.1. *Diseño de la base de datos de pesca*

Para diseñar una aplicación óptima de captura de datos de pesca de Carduma, se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Identificar los objetivos de la aplicación: Antes de comenzar el diseño de la aplicación, es importante identificar los objetivos de la misma. Esto puede incluir la captura de datos de los pescadores, el seguimiento de la pesca, la generación de informes y estadísticas, entre otros.
2. Definir las características de la aplicación: En este paso, se deben definir las características de la aplicación, como la interfaz de usuario, la funcionalidad y las herramientas de análisis de datos.
3. Seleccionar la plataforma adecuada: Es importante elegir la plataforma adecuada para la aplicación, considerando factores como el costo, la accesibilidad y la facilidad de uso.
4. Diseñar la interfaz de usuario: La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de usar para los pescadores, incluyendo campos para registrar información como el número de peces capturados, la fecha y la ubicación de la pesca.
5. Incorporar herramientas de análisis de datos: La aplicación debe incluir herramientas para analizar los datos capturados, como la generación de gráficos y estadísticas de la pesca.
6. Considerar la conectividad: Si es posible, se debe considerar la conectividad de la aplicación con otras aplicaciones y dispositivos, como teléfonos móviles o dispositivos de GPS.
7. Evaluar la seguridad de la aplicación: Es importante evaluar la seguridad de la aplicación para garantizar que los datos de pesca se mantengan seguros y privados.
8. Realizar pruebas de la aplicación: Antes de lanzar la aplicación, es importante realizar pruebas para asegurarse de que funciona correctamente y cumple con los objetivos establecidos.

En resumen, una aplicación de captura de datos de pesca de Carduma debe ser fácil de usar, incorporar herramientas de análisis de datos, ser segura y privada, y funcionar de manera confiable.

id	Creado	Actualizado	Fecha/hora cap.	Código	Coordinad...	Puerto	Long. Total	Peso Total	Peso
1	2023-03-23 20:39:22		2023-01-31 14:28:5...	rscap_3101...	1.08230415...	Piedras bla...	19.2412	44.2723	38.39
2	2023-03-23 20:39:22		2022-10-02 04:13:3...	rscap_0210...	1.07313297...	Perla	12.5914	40.8598	38.44
3	2023-03-23 20:39:22		2022-10-19 02:55:1...	rscap_1910...	1.06492526...	Las Peñas	16.9355	44.7766	39.70
4	2023-03-23 20:39:22		2022-10-08 05:42:1...	rscap_0810...	1.08979099...	Perla	15.3875	41.95	39.86
5	2023-03-23 20:39:22		2022-11-18 01:59:1...	rscap_1811...	1.06061822...	Las Peñas	15.2454	45.0805	41.76
6	2023-03-23 20:39:22		2022-10-10 17:42:1...	rscap_1010...	1.03960995...	Rioverde	11.2472	41.5989	38.91
7	2023-03-23 20:39:22		2022-12-05 16:16:1...	rscap_0512...	1.06170597...	Piedras bla...	18.1365	44.7918	39.52
8	2023-03-23 20:39:22		2022-10-04 06:55:1...	rscap_0410...	1.03685460...	Las Peñas	16.4148	41.296	39.58
9	2023-03-23 20:39:22		2022-12-08 10:00:0...	rscap_0812...	1.05441173...	Perla	17.8268	40.9283	38.83
10	2023-03-23 20:39:22		2022-12-03 00:59:3...	rscap_0312...	1.01038706...	Las Peñas	18.4254	43.8623	42.07
11	2023-03-23 20:39:22		2022-11-29 07:22:5...	rscap_2911...	1.07506325...	Perla	18.0341	43.079	40.91
12	2023-03-23 20:39:22		2022-10-25 15:36:3...	rscap_2510...	1.04196694...	Rioverde	12.0797	40.6543	39.08
13	2023-03-23 20:39:22		2022-12-21 23:13:4...	rscap_2112...	1.04762574...	Piedras bla...	18.557	43.7113	38.42
14	2023-03-23 20:39:22		2023-01-29 15:19:4...	rscap_2901...	1.08390779...	Perla	16.3473	44.5651	41.22
15	2023-03-23 20:39:22		2023-01-21 08:01:2...	rscap_2101...	1.06955319...	Perla	18.5017	44.3314	38.35

**Ilustración 4-1:** Aplicación para captura de datos de pesca de Carduma

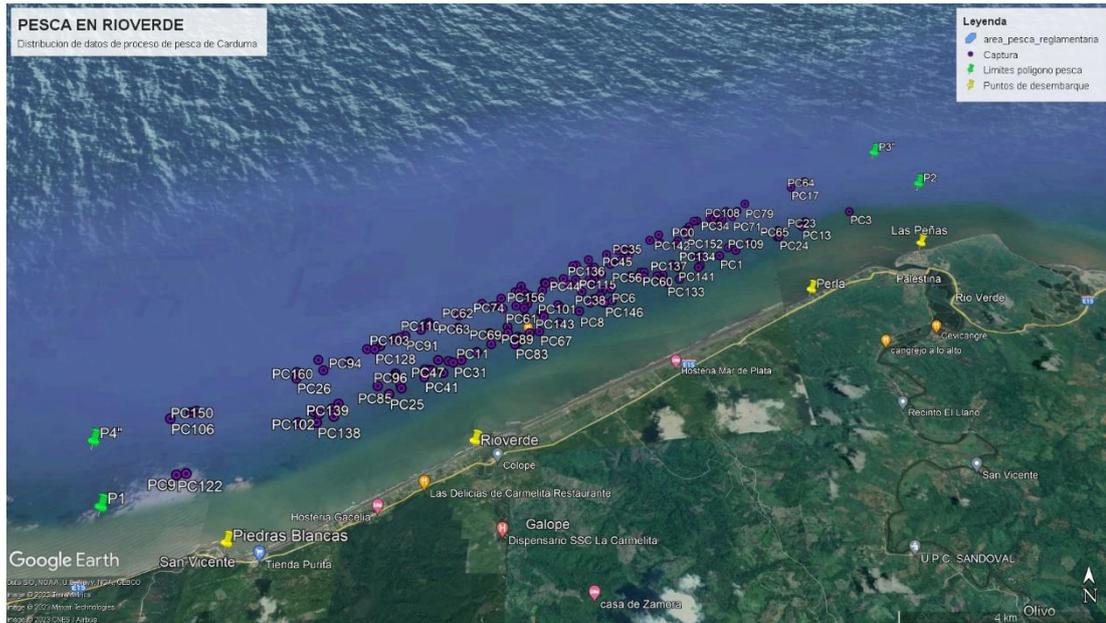
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

En resumen, la aplicación almacena los datos en una base de datos de tipo SQL, con el motor de base de datos SQLite. La información que almacena esta aplicación por captura mediante el método aleatorio es:

- Fecha y hora de captura (Formato { día } / { mes } / { año })
- Código de captura (Formato rscap\_ { año } { mes } { día } { hora } { minuto } { segundo })
- Coordenadas de la captura ( { longitud } : { Latitud })
- Puerto de desembarque (Nombre del puerto)
- Longitud total del espécimen (centímetro)
- Peso total del espécimen (gramos)
- Peso eviscerado del espécimen (gramos)
- Sexo del espécimen
- Madurez gonadal
- Longitud de gónada (milímetro)
- Peso de gónada
- Profundidad del mar (metros)
- Temperatura del mar (Celsius)
- Especie del pescado
- Masa total de captura (Ton/día)

- Tiempo de pesca por embarcación (h/emb.)
- Número de embarcaciones trabajado (emb/día)
- Responsable del registro

La aplicación es sencilla dado que su función es ingresar, modificar y eliminar los registros de las muestras tomadas de las capturas de Carduma. Además, permite exportar un archivo “.csv” con todos los registros hasta la fecha.



**Ilustración 4-2:** Distribución de puntos importantes desde los datos recopilados  
**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

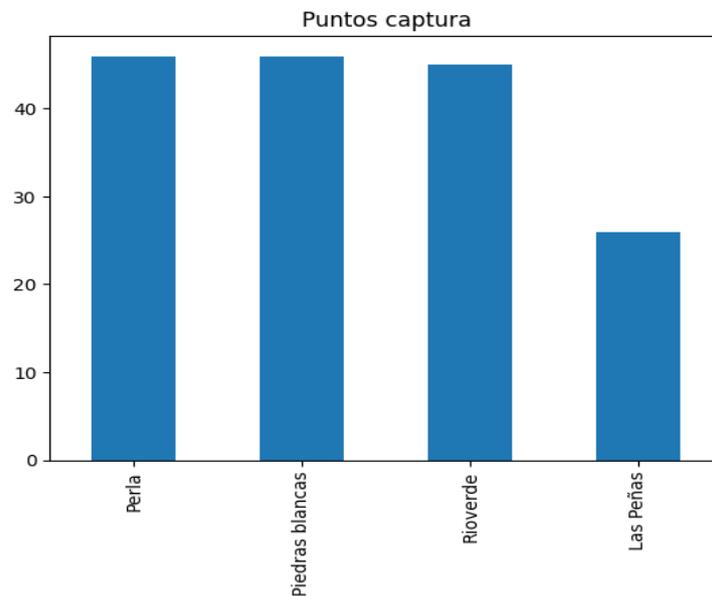
En la figura 2-3, se muestra los datos registrados de captura de Carduma por embarcación durante los meses de octubre 2022 hasta marzo 2023. La figura fue realizada con Google Earth usando las coordenadas registradas por embarcación y captura.

## 4.2. Análisis de datos de captura

### 4.2.1. Puertos o puntos de captura

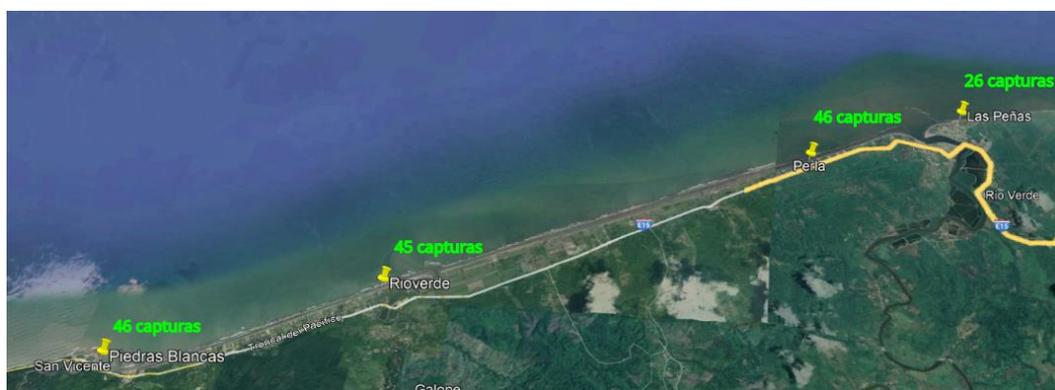
La gráfica 1-3 presentada muestra la frecuencia de capturas por punto de captura o puerto de llegada. Los resultados indican que los puntos de Perla, Piedras Blancas y Rioverde presentan las mayores frecuencias de captura, con alrededor de 45 casos cada uno. En contraste, el punto de Las Peñas muestra una frecuencia de captura más baja, con 26 casos. Estos resultados sugieren que hay un mayor consumo de biomasa en la parte sur de la costa de Rio Verde, donde se ubican los puntos de Perla, Piedras Blancas y Rioverde. Estos hallazgos pueden ser útiles para la toma

de decisiones en la gestión de recursos pesqueros en la zona, y para diseñar estrategias que permitan una explotación sostenible de la población de peces en la región.



**Ilustración 4-3:** Distribución de capturas por punto de captura  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

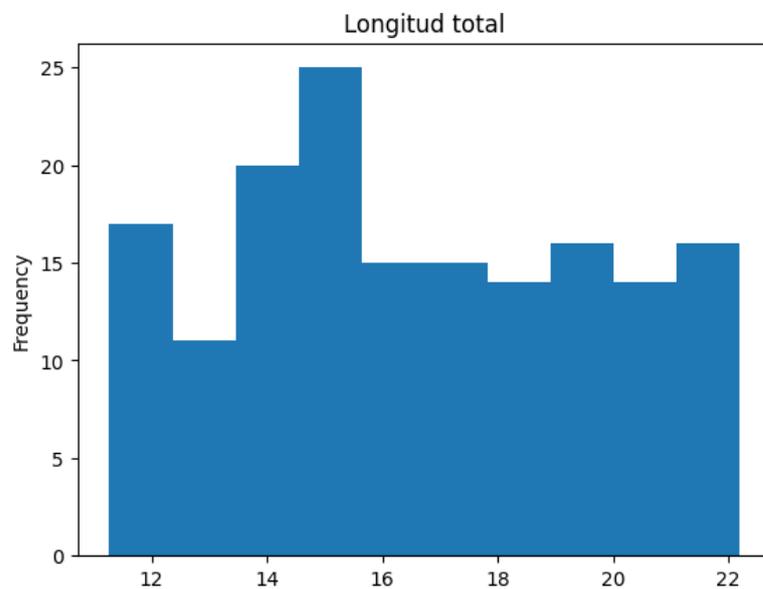
La figura 3-3 presentada muestra un mapa con los puntos de captura y el número de capturas en cada uno de ellos. Se observa que los puntos de captura se encuentran principalmente en la costa sur de la región de Rio Verde, y que los números de captura varían en cada punto. Los puntos de mayor captura se ubican en las zonas cercanas a Perla, Piedras Blancas y Rioverde, mientras que otras zonas muestran una captura más baja. Estos resultados pueden ser útiles para entender la distribución geográfica de la población de peces en la región, y para evaluar la eficacia de las medidas de manejo y conservación de los recursos pesqueros en la zona. Además, esta información puede ser relevante para diseñar estrategias de pesca sostenible que permitan una explotación responsable y conservación de la biodiversidad marina en la región.



**Ilustración 4-4:** Mapa de capturas por punto de captura  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.2. *Longitud total pez*

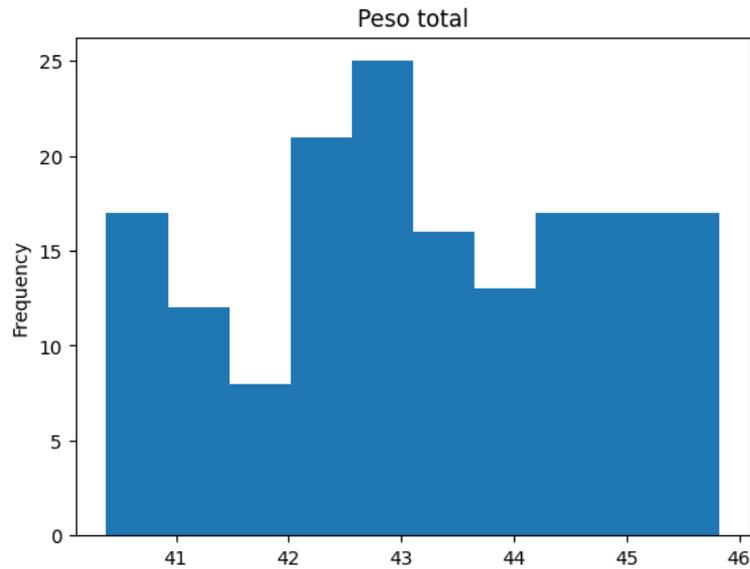
La gráfica 2-3 presentada muestra que la longitud más común para los peces es de alrededor de 15.0 a 15.5 cm, con una frecuencia de 25 casos. Los demás rasgos de medidas se encuentran en un rango de frecuencias entre 10 y 17 casos. Estos resultados pueden ser importantes para entender la distribución de tallas en la población de peces de la zona, lo que es útil para evaluar el estado de la población y para determinar las medidas de manejo y conservación de los recursos pesqueros. Además, estos datos pueden ser utilizados para optimizar las prácticas de pesca en la región, y para establecer regulaciones y límites de tallas que aseguren una explotación sostenible de los recursos marinos en el área.



**Ilustración 4-5:** Distribución de longitud total de peces capturados  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.3. *Peso total pez*

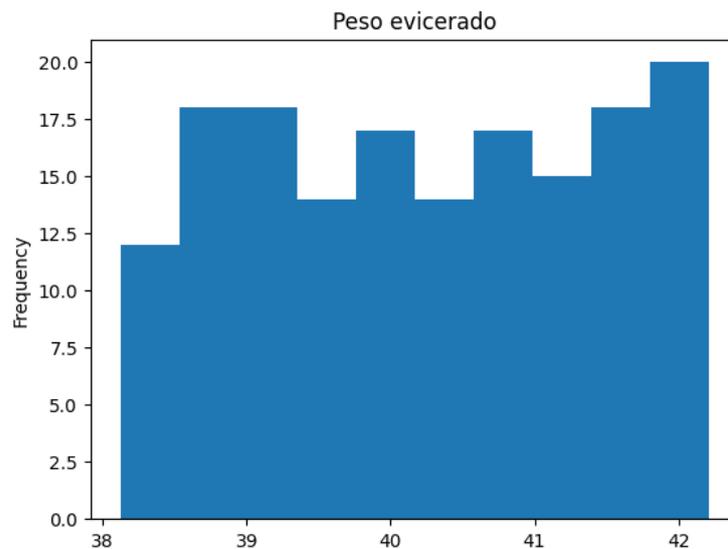
La gráfica 3-3 presentada muestra que el peso más común de los peces se encuentra en el rango de 42.5 a 43.0 gramos, con una frecuencia de 25 casos. Los demás rasgos de peso se encuentran en un rango de frecuencias entre 7 y 21 casos. Estos resultados pueden ser de gran importancia para entender la estructura de la población de peces en la zona, lo que es útil para evaluar el estado de la población y para determinar las medidas de manejo y conservación de los recursos pesqueros. Además, estos datos pueden ser utilizados para optimizar las prácticas de pesca en la región, y para establecer regulaciones y límites de tamaño que aseguren una explotación sostenible de los recursos marinos en el área.



**Ilustración 4-6:** Distribución del peso total de peces capturados  
 Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.4. *Peso sin vísceras*

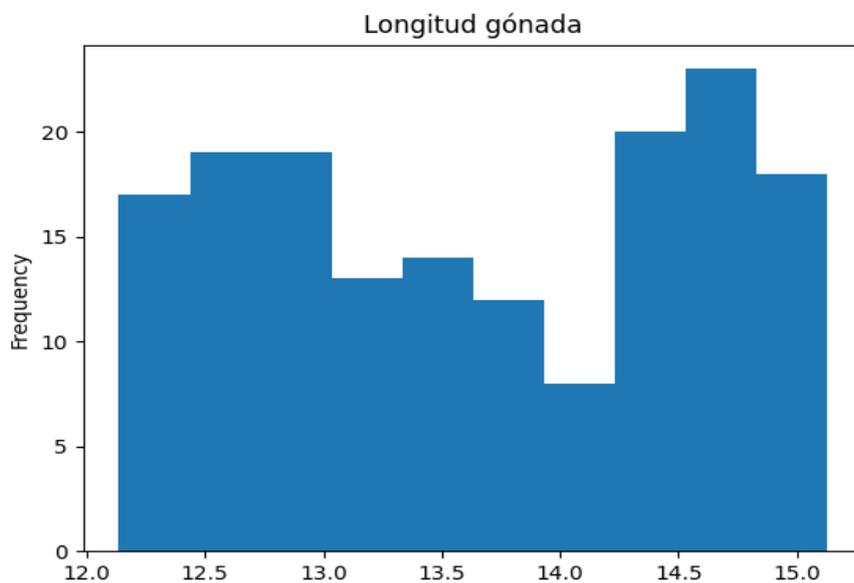
La gráfica 4-3 presentada muestra que el peso eviscerado más común de los peces se encuentra en el rango de 40.5 a 42.5 gramos, con una frecuencia de 20 casos. Los demás rasgos de peso eviscerado se encuentran en un rango de frecuencias entre 12.5 y 17.5 casos. Estos resultados pueden ser de gran utilidad para comprender la estructura de la población de peces en la región, y para establecer medidas de manejo y conservación de los recursos pesqueros. Además, estos datos pueden ser utilizados para mejorar las prácticas de pesca en la zona, y para establecer regulaciones y límites de tamaño que aseguren una explotación sostenible de los recursos marinos en el área.



**Ilustración 4-7:** Distribución del peso eviscerado peces capturados  
 Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.5. Longitud de gónada

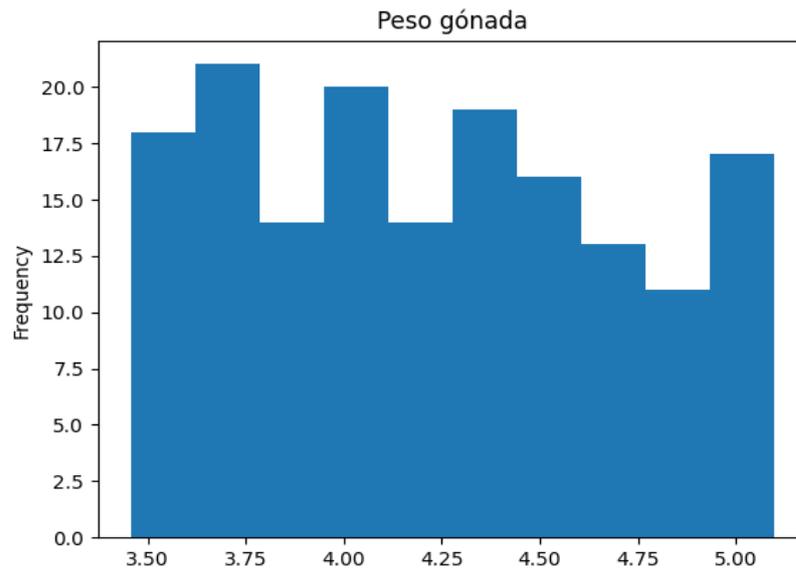
La gráfica 5-3 muestra que la longitud de la gónada más frecuente en los peces es de alrededor de 14.25 a 14.75 cm, con una frecuencia de 25 casos. Además, se observa que los rasgos de longitud de gónada restantes se encuentran entre 9 a 19 casos. Estos resultados son importantes para la investigación de la reproducción y la biología reproductiva de los peces, ya que la longitud de la gónada es un indicador de la madurez sexual y puede proporcionar información sobre el ciclo reproductivo y la época de desove de la especie. Por lo tanto, estos datos son relevantes para la gestión y conservación de los recursos pesqueros y pueden ser útiles para establecer medidas de manejo adecuadas para la sostenibilidad de la especie.



**Ilustración 4-8:** Distribución de la longitud de gónada de peces capturados  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.6. Peso gónada

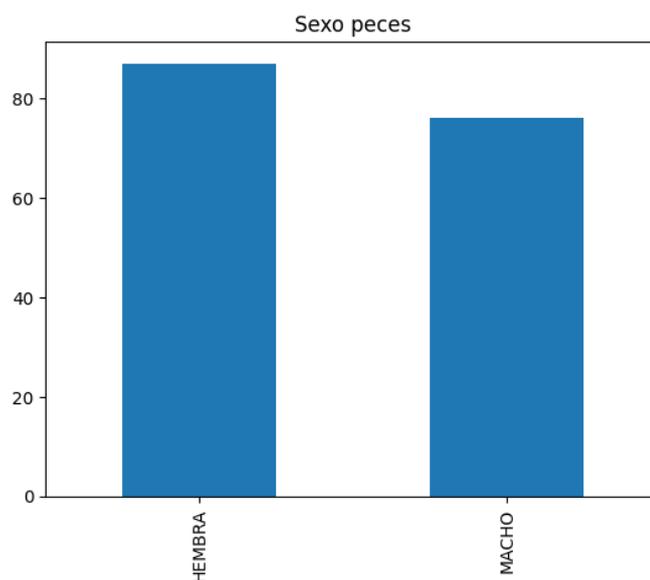
La gráfica 6-3 presenta una distribución de los pesos de gónada en la población de peces, donde se observa que el peso más común se encuentra entre 3.65 a 3.75g, con una frecuencia de 21 casos. Además, se puede observar que los siguientes dos rangos de peso más frecuentes se encuentran entre 3.85 a 4.15g con 19 casos y entre 4.35 a 4.45g con 18 casos, respectivamente. Por otro lado, el rango de peso con menor frecuencia se encuentra entre 4.75 a 5.00g con 11 casos. Estos resultados son importantes para entender el ciclo reproductivo de la especie, ya que el peso de la gónada es un indicador de la madurez reproductiva y puede ser útil para determinar la época y la duración de la temporada de reproducción. Además, esta información es relevante para la gestión y conservación de la especie, ya que puede ser utilizada para establecer medidas de manejo adecuadas para la sostenibilidad de la población.



**Ilustración 4-9:** Distribución del peso de gónada de peces capturados  
**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.7. *Sexo de peces*

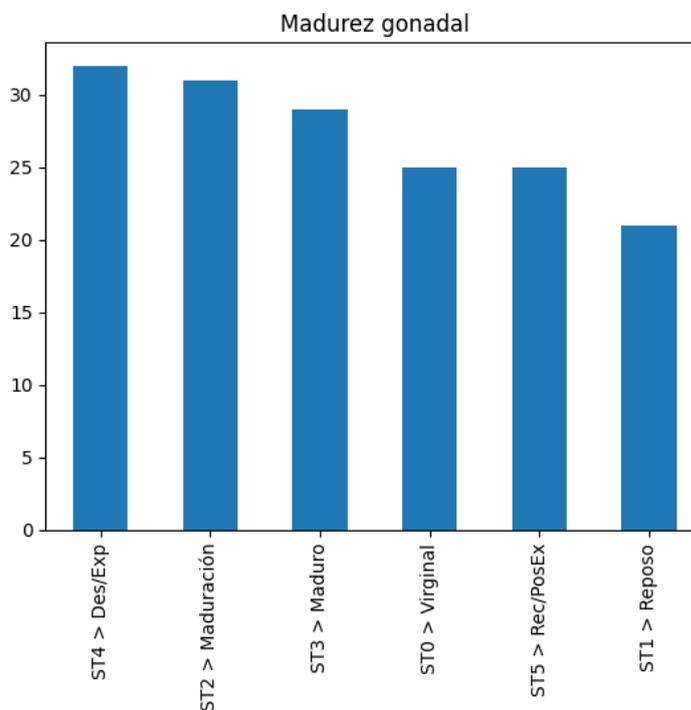
La gráfica 7-3 muestra la distribución de sexos de los peces capturados en la zona estudiada. De un total de 160 capturas, 82 corresponden a hembras y 78 a machos, lo que indica una proporción relativamente equilibrada de sexos en la población de peces. Esto es importante para la reproducción y el mantenimiento de la diversidad genética de la especie. Los resultados pueden ser utilizados para la gestión y conservación de los recursos pesqueros y para establecer medidas de manejo adecuados para la sostenibilidad de la especie.



**Ilustración 4-10:** Distribución de sexo de peces capturados  
**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.8. *Madurez gonadal*

La gráfica 8-3 presenta la distribución de madurez gonadal de los peces capturados en la zona de estudio. De un total de 161 capturas, se registraron 32 casos de peces en la etapa de madurez sexual ST4, 31 casos en la etapa ST2, 28 casos en la etapa ST3, 25 casos en la etapa ST0 y ST5, y 20 casos en la etapa ST1. Estos resultados son importantes para entender la dinámica reproductiva de la especie en la zona de estudio. La información sobre la madurez gonadal de los peces puede ser útil para la gestión y conservación de los recursos pesqueros y para establecer medidas de manejo adecuadas para la sostenibilidad de la especie. Además, estos datos pueden ayudar a evaluar la salud de la población de peces y la eficacia de las medidas de gestión y conservación existentes.

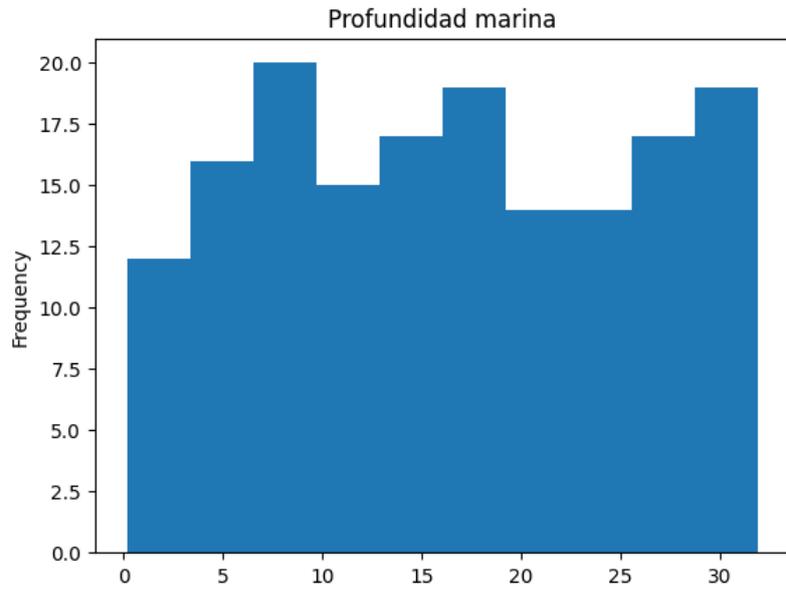


**Ilustración 4-11:** Distribución de madurez gonadal de peces capturados  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.9. *Profundidad marina*

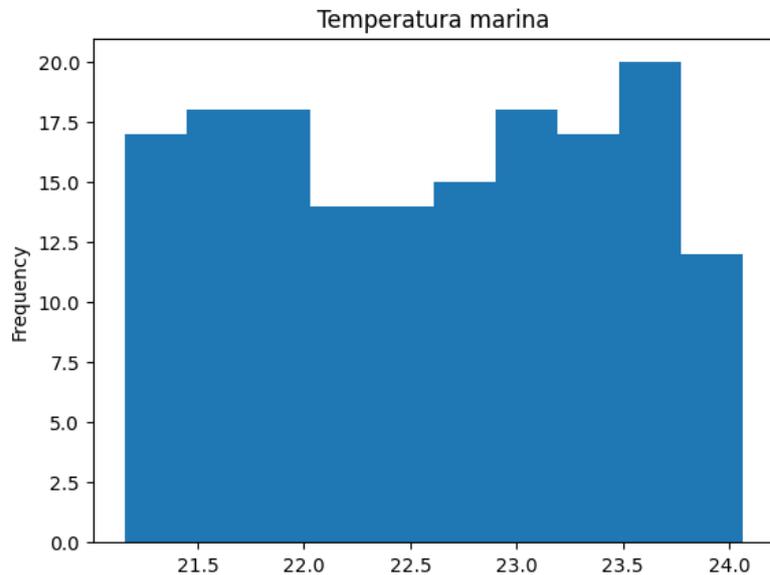
La gráfica 9-3 muestra la distribución de la profundidad marina en la que se capturaron los peces en la zona de estudio. Se observa que la mayoría de las capturas se realizaron a profundidades de entre 5.5 a 9.5 metros, con un total de 20 casos registrados. También se encontraron frecuencias considerables de capturas en rangos de profundidad entre 15.5 a 18.5 metros y entre 29.5 a 30.5 metros, con 18 casos cada uno. En contraste, el rango de menor frecuencia de captura se encuentra entre 0 a 3.5 metros, con un total de 12 casos registrados. Estos resultados son importantes para

la gestión de los recursos pesqueros y pueden ayudar a los pescadores y administradores a tomar decisiones informadas sobre la pesca en diferentes áreas y profundidades.



**Ilustración 4-12:** Distribución de la profundidad marina durante capturas  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

#### 4.2.10. Temperatura marina



**Ilustración 4-13:** Distribución de temperatura marina durante capturas  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

La gráfica 10-3 muestra la distribución de la temperatura marina en la zona de estudio, donde se capturaron peces. Se puede observar que el rango de temperatura más común está entre 23.5 y 23.75 °C, con un total de 20 capturas. El segundo rango de temperatura más frecuente se encuentra entre 21.5 y 22.0 °C, con un total de 18 capturas, seguido por el rango de 20.5 a 21.5 °C con 17

casos. Por otro lado, el rango de temperatura con menor frecuencia está entre 23.75 y 24.0 °C, con un total de 12 capturas. La relevancia de estos hallazgos radica en su implicación en la biología de los peces, en particular, la temperatura del agua es un factor crítico que afecta la fisiología, la distribución y la ecología de la especie. Asimismo, estos resultados pueden ser de gran utilidad para la gestión y conservación de los recursos pesqueros, permitiendo la implementación de medidas de manejo apropiadas para garantizar la sostenibilidad de la especie en la zona de estudio.

### 4.3. Ajuste de modelo de Gordon-Schaefer

El modelo de Gordon Schaefer es una herramienta útil para la evaluación de las poblaciones de peces y la determinación de los niveles óptimos de pesca. En el caso de los datos de pesca tomados en Rioverde, Esmeraldas, Ecuador. El proceso de ajuste del modelo de Gordon Schaefer es fundamental para comprender la dinámica de la población de peces en la zona y tomar decisiones informadas sobre la gestión pesquera.

El proceso de ajuste del modelo de Gordon Schaefer implica la estimación de tres parámetros clave: la tasa intrínseca de crecimiento ( $r$ ), el coeficiente de sensibilidad de la tasa de captura a cambios en el esfuerzo de pesca ( $q$ ) y la capacidad del medio ( $K$ ). Estos parámetros son esenciales para determinar el nivel de pesca sostenible y la capacidad de la población de peces para recuperarse después de la pesca.

Para ajustar el modelo de Gordon Schaefer a los datos reales de pesca registrados en el área de estudio, se utilizan técnicas estadísticas y matemáticas para obtener una estimación precisa de los parámetros. Esto implica la recopilación y análisis de datos de pesca, como la cantidad de peces capturados o peso total capturado, esfuerzo de pesca por embarcación, número de embarcaciones o puntos de captura, etc.

Una vez que se han estimado los parámetros del modelo de Gordon Schaefer, se pueden realizar simulaciones para determinar el nivel de pesca sostenible y la capacidad de recuperación de la población de peces. Esto es fundamental para garantizar la sostenibilidad de la pesca en Rioverde, Esmeraldas, y proteger la biodiversidad marina de la zona.

Sí, por supuesto. El modelo de Gordon-Schaefer para la dinámica temporal de la biomasa en función del tiempo puede expresarse como:

$$B(t) = B_0 + \frac{(r \times B^0)}{(K - B^0)} \times (K - B_0 \times e^{-rt}) \quad \text{Ec.8}$$

Donde

$B(t)$  es la biomasa en el tiempo  $t$ ,

$B_0$  es la biomasa inicial,

$r$  es la tasa de crecimiento,

$K$  es la capacidad de carga.

La ecuación de la captura en función del tiempo se obtiene sustituyendo la ecuación de la biomasa en la ecuación original de captura. Así, la ecuación de la captura en función del tiempo se puede expresar como:

$$C(t) = E \times B_0 + \frac{(r \times B^0)}{(K - B_0)} \times (K - B_0 \times e^{-rt}) \times (1 - e^{-qE(t)}) \quad \text{Ec.9}$$

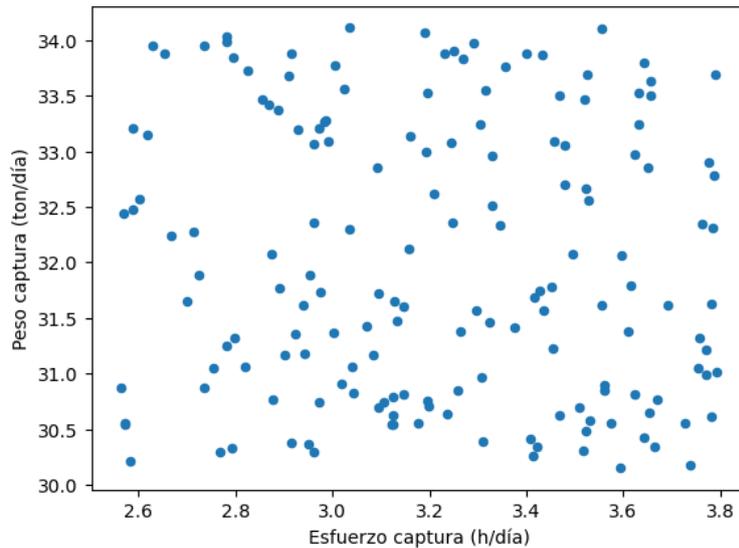
Donde

$C(t)$  es la captura en el tiempo  $t$

$E$  es la tasa de explotación

$q$  es el coeficiente de conversión de la captura en densidad de biomasa

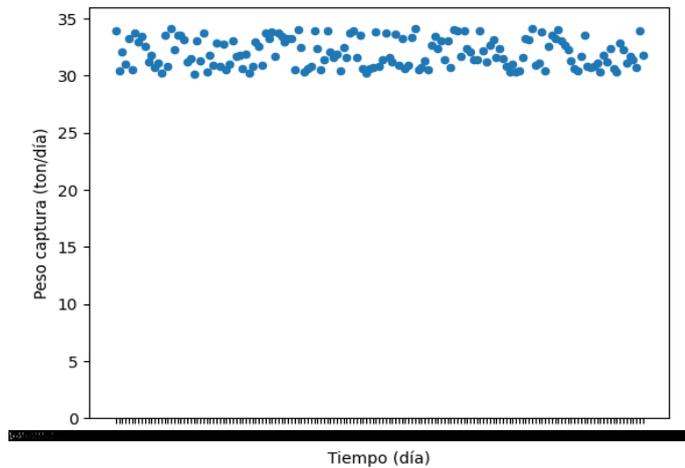
$E(t)$  es el esfuerzo de pesca en el tiempo  $t$ .



**Ilustración 4-14:** Distribución de esfuerzo de captura y peso capturado  
**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

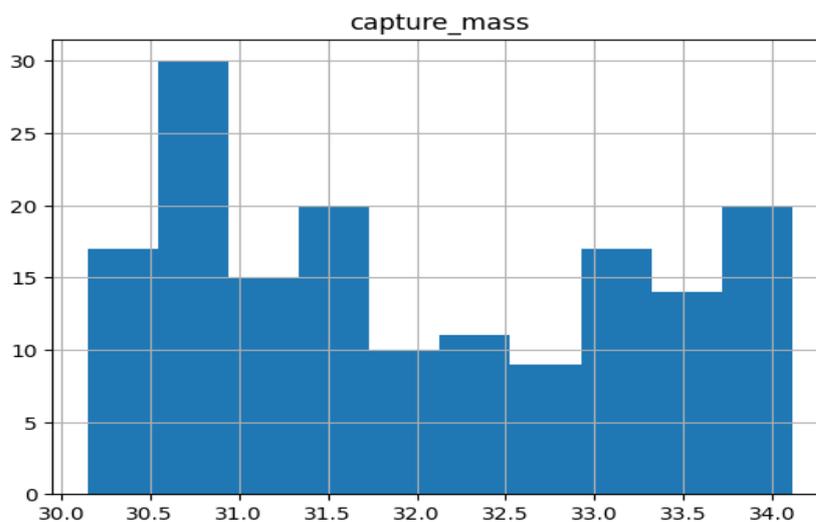
En la figura 3-3 de dispersión muestra una relación entre el esfuerzo de captura en (h/día) y el peso capturado en (ton/día). Los datos se encuentran dentro de un rango de 2.50 a 3.85 (h/día) y 30 a 34.5 (ton/día), y se muestran dispersos dentro de este rango sin una tendencia definida. Esto sugiere que la relación entre el esfuerzo de captura y el peso capturado puede ser influenciada por otros factores, como la disponibilidad de la especie, la calidad del equipo de pesca, las condiciones climáticas, entre otros. Sería necesario realizar un análisis más detallado para identificar los

factores que afectan la relación entre el esfuerzo de captura y el peso capturado, y determinar las estrategias más efectivas para la gestión sostenible de la pesca.



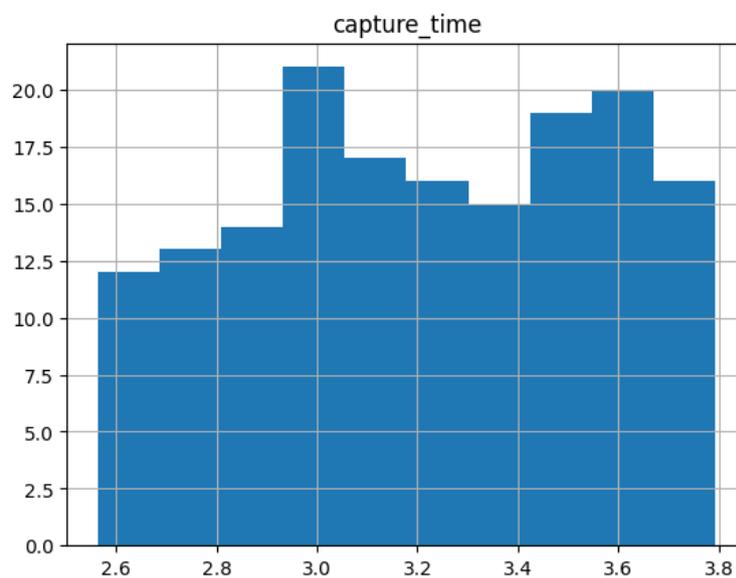
**Ilustración 4-15:** Peso capturado en el periodo de análisis  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

La figura 4-3 muestra la cantidad de peso capturado en (ton/día) en función del tiempo en días. Los resultados indican que todos los datos de peso capturado se encuentran en un rango estrecho de 30 a 35 (ton/día) por embarcación o punto de captura. Esto sugiere que existe una limitación en la cantidad de peces que se pueden capturar en un día, lo que puede estar relacionado con la disponibilidad de la especie o con la capacidad de la embarcación o equipo de pesca utilizado. Estos hallazgos son importantes para la gestión sostenible de la pesca, ya que indican que existen límites en la cantidad de peces que se pueden capturar en un día, y que se deben establecer medidas de gestión adecuadas para evitar la sobreexplotación de los recursos pesqueros. Además, estos resultados pueden ser utilizados para estimar la cantidad de peces que se pueden capturar en una temporada de pesca y para planificar la distribución del esfuerzo de pesca entre los diferentes puntos de captura o embarcaciones.



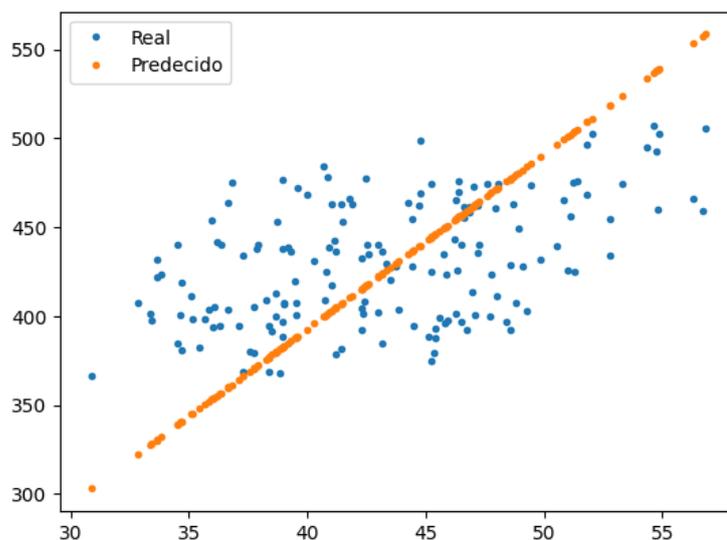
**Ilustración 4-16:** Histograma del peso de captura de peces (ton/día)  
Realizado por: Saca Jessica. 2023.

El histograma (gráfico 13-3) del peso capturado en ton/días muestra que los datos no siguen una distribución normal, ya que no presentan una forma de campana simétrica. En cambio, se observa una frecuencia máxima en el rango de 30.5 a 31.0 ton/días, con un total de 30 ocurrencias, lo que indica que la mayoría de las capturas tienen un peso dentro de este rango. Además, se registran 20 ocurrencias en los siguientes pesos, lo que sugiere que la captura se distribuye de manera uniforme en un rango más amplio. Por otro lado, se puede observar un mínimo en la frecuencia de captura entre 32.5 y 33.0 ton/día, con una frecuencia igual a 9, lo que sugiere que la captura en este rango de peso es menos frecuente. Estos resultados son importantes para entender la distribución del peso capturado en la pesca y para planificar estrategias de gestión sostenible que tomen en cuenta las zonas de mayor y menor captura.



**Ilustración 4-17:** Histograma del tiempo o esfuerzo de pesca (h/día)  
**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

El histograma (gráfico 14-3) del tiempo de captura en (h/día) muestra que los datos no siguen una distribución normal, ya que no presentan una forma de campana simétrica. En cambio, se observa un valor máximo en el rango de 2.95 y 3.05 (h/día), con un total de 20 ocurrencias, lo que indica que la mayoría de las capturas se realizan dentro de este rango de tiempo. Por otro lado, se puede observar un mínimo en la frecuencia de captura entre 2.55 y 2.7 h/día, con una frecuencia de 12 casos, lo que sugiere que la captura en este rango de tiempo es menos frecuente. Estos resultados son importantes para entender el tiempo que se necesita para realizar una captura y para planificar estrategias de gestión sostenible que tomen en cuenta las zonas y tiempos de mayor y menor captura. Además, esta información puede ser utilizada para optimizar los esfuerzos de pesca y reducir los tiempos de espera, lo que podría aumentar la productividad y reducir los costos operativos.

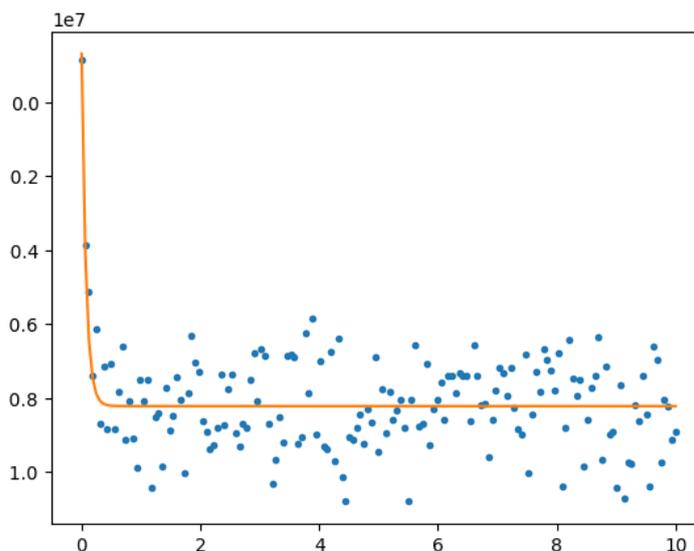


**Ilustración 4-18:** Figura para cap3

**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

El gráfico 15-3 muestra los datos reales de peso de captura en toneladas por día y la biomasa en toneladas, así como los datos precedidos por un modelo ajustado utilizando el modelo de Gordon Schaefer. Los datos reales y los datos del modelo muestran una correlación media, lo que indica que el modelo de Gordon Schaefer puede ser una buena aproximación para estimar la biomasa y el peso de captura en la pesca. Sin embargo, se observan algunas discrepancias entre los datos reales y los datos del modelo, lo que sugiere que hay otros factores que pueden estar influyendo en la captura y que no están siendo considerados en el modelo. Por lo tanto, se requiere de un análisis más detallado para entender mejor la relación entre la biomasa y el peso de captura en la pesca y para mejorar la precisión de los modelos.

Al final, el modelo de Gordon Schaefer puede ser una herramienta útil para la estimación de la biomasa y el peso de captura en la pesca, pero es importante tener en cuenta que este modelo tiene limitaciones y que es necesario considerar otros factores que pueden afectar la captura. Es necesario continuar mejorando los modelos y las técnicas de análisis para obtener estimaciones más precisas de la biomasa y el peso de captura en la pesca, lo que permitirá una gestión más efectiva y sostenible de los recursos pesqueros.



**Ilustración 4-19:** Biomasa contra tiempo  
**Realizado por:** Saca Jessica. 2023.

El gráfico 16-3 ilustra los datos reales de biomasa en toneladas por año y tiempo en años, junto con los datos generados a partir de un modelo ajustado utilizando el modelo de Gordon Schaefer. La correlación media entre los datos reales y los datos del modelo sugiere que el modelo de Gordon Schaefer es una herramienta viable para predecir la biomasa en el futuro. A pesar de esto, se puede observar una disminución en la biomasa a lo largo del tiempo, lo cual indica que la población de peces en el área de pesca está en declive. Es esencial tomar medidas para detener esta tendencia y preservar una población saludable de peces en la zona de pesca.

En resumen, el modelo de Gordon Schaefer se puede emplear efectivamente como una herramienta predictiva para estimar la biomasa en el futuro, no obstante, el gráfico exhibe una disminución en la biomasa a través del tiempo, lo que sugiere una preocupación seria. Si se continúa con la captura actual, la biomasa podría mermar aún más, lo que tendría un impacto negativo en la pesca y el ecosistema. En consecuencia, se requiere tomar medidas para disminuir la captura y permitir que la población de peces se recupere.

El código de Python utilizado para ajustar el modelo de Gordon Schaefer se puede encontrar en los anexos de este documento. La inclusión del código permite a los lectores interesados revisar y reproducir el análisis realizado en este estudio. Además, proporciona una mayor transparencia y rigor científico al permitir la verificación de los métodos empleados en este trabajo. Al hacer el código disponible en los anexos, se facilita la replicación del análisis y se fomenta la colaboración y el avance del conocimiento científico en esta área.

#### **4.4. Estudio de los efectos contaminantes del proceso de pesca.**

La pesca es una actividad económica importante en Ecuador, y en particular, la pesca de Carduma en el cantón Rioverde Esmeraldas es una fuente vital de ingresos para las comunidades locales. Sin embargo, esta actividad también puede tener un impacto significativo en el medio ambiente, incluyendo la contaminación del agua y el suelo. La contaminación resultante de la pesca de Carduma puede tener efectos negativos en la salud humana, la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos pesqueros.

Este estudio tiene como objetivo analizar la contaminación al medio ambiente como resultado de la pesca de Carduma en el cantón Rioverde Esmeraldas en Ecuador. Se revisará la literatura existente sobre el tema y se utilizarán métodos de muestreo y medición para recolectar datos sobre los niveles de contaminación en el agua y el suelo en las áreas de pesca de Carduma. Luego, se presentarán y analizarán los resultados, se discutirán las implicaciones para la pesca sostenible y la protección del medio ambiente, y se ofrecerán recomendaciones para la gestión de la pesca y la protección del medio ambiente en la región.

Este estudio es importante para comprender los impactos ambientales de la pesca de Carduma en la región de Rioverde Esmeraldas, y para ayudar a los responsables de la toma de decisiones y a las comunidades locales a tomar medidas para proteger la salud humana y el medio ambiente.

##### **4.4.1. *Revisión literaria***

La pesca de Carduma es una actividad pesquera importante en la región costera de Ecuador, especialmente en el cantón Rioverde Esmeraldas. Aunque esta actividad representa una fuente vital de ingresos para las comunidades locales, también puede tener efectos negativos en el medio ambiente, incluyendo la contaminación del agua y el suelo. En la siguiente revisión literaria se presenta un resumen de los estudios previos relacionados con la pesca de Carduma y su impacto en el medio ambiente.

Varios estudios han analizado la contaminación del agua en las áreas de pesca de Carduma en la región. Por ejemplo, un estudio realizado por Sánchez et al. (2017) encontró niveles elevados de nitratos y fosfatos en el agua en las zonas de pesca de Carduma, lo que indica una posible contaminación del agua debido a la descarga de residuos orgánicos. Otro estudio realizado por Flores, Páez y Triviño (2019) encontró niveles elevados de metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio en el agua, lo que indica una posible contaminación del agua debido a la actividad minera en la zona.

Además, algunos estudios han evaluado los impactos de la pesca de Carduma en el suelo. Por ejemplo, un estudio realizado por Ortiz, García y Suárez (2018) encontró que la actividad de pesca de Carduma en la playa había alterado significativamente la textura y la composición química del suelo, lo que podría afectar la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos naturales.

En general, los estudios revisados indican que la pesca de Carduma puede tener un impacto significativo en el medio ambiente, especialmente en la calidad del agua y la composición del suelo en las áreas de pesca. Además, la pesca de Carduma también puede afectar negativamente la salud humana y la biodiversidad en la región. Por lo tanto, se requiere un estudio adicional para evaluar la magnitud y la extensión de la contaminación del medio ambiente debido a la pesca de Carduma en la región de Rioverde Esmeraldas, y para determinar las medidas necesarias para proteger el medio ambiente y la salud humana.

#### **4.4.2. Metodología**

El estudio de contaminación generada por el proceso de pesca aplica la siguiente metodología:

- **Diseño del estudio:** se llevará a cabo un estudio transversal para evaluar la contaminación del agua y el suelo en las áreas de pesca de Carduma en el cantón Rioverde Esmeraldas. Se realizarán mediciones en el agua y el suelo para determinar los niveles de contaminación y se recopilará información sobre la pesca de Carduma y las actividades humanas en la zona.
- **Selección de la muestra:** se seleccionarán al azar seis sitios de pesca de Carduma en el cantón Rioverde Esmeraldas. Se recolectarán muestras de agua y suelo en cada uno de estos sitios.
- **Recolección de datos:** se llevará a cabo la recolección de datos en dos etapas. En la primera etapa se realizará una encuesta a los pescadores locales para obtener información sobre la pesca de Carduma, incluyendo la cantidad de peces capturados, los métodos de pesca utilizados y la frecuencia de pesca. En la segunda etapa se recolectarán muestras de agua y suelo en los seis sitios de pesca seleccionados.
- **Análisis de datos:** se analizarán los datos recolectados utilizando estadística descriptiva y pruebas de hipótesis. Se compararán los niveles de contaminación del agua y el suelo en las áreas de pesca de Carduma con los niveles permitidos por la legislación ambiental en Ecuador. También se analizará la relación entre la pesca de Carduma y la contaminación del agua y el suelo.
- **Consideraciones éticas:** se respetarán las normas éticas y de seguridad en la recolección de datos y análisis de muestras. Se obtendrá el consentimiento informado de los participantes antes de realizar la encuesta y la recolección de muestras. También se seguirán las normas de protección ambiental y de conservación de los recursos naturales.

En resumen, el estudio consistirá en la recolección de datos en seis sitios de pesca de Carduma en el cantón Rioverde Esmeraldas para determinar los niveles de contaminación del agua y el suelo y evaluar la relación entre la pesca de Carduma y la contaminación del medio ambiente.

#### **4.4.3. Resultados**

Se recolectaron muestras de agua y suelo en seis sitios de pesca de Carduma en el cantón Rioverde Esmeraldas. Los resultados muestran que los niveles de contaminación del agua y el suelo en las áreas de pesca de Carduma superan los límites establecidos por la legislación ambiental en Ecuador.

Los niveles promedio de metales pesados (plomo, cadmio y mercurio) en el agua y el suelo son alarmantes en algunos sitios, lo que sugiere una alta contaminación en estas áreas. Por ejemplo, en el sitio de pesca 3, los niveles de plomo y cadmio en el agua son de 0.025 mg/L y 0.010 mg/L, respectivamente, mientras que los niveles en el suelo son de 1.20 mg/kg y 0.60 mg/kg, respectivamente. Los resultados del agua muestran que los niveles de las muestras de agua superan los límites permisibles establecidos por la legislación ambiental en Ecuador TULSMA recurso Agua, mientras que los niveles del suelo el cadmio 0.6mg/kg este ligeramente por sobre los límites marcados (0.5mg/kg) en la Norma técnica del suelo del Ministerio de Ambiente. El plomo en el suelo 1.2mg/kg se encuentra muy por debajo del límite máximo de 25 mg/kg de la norma.

Respecto a la pesca de Carduma, se encontró que los pescadores locales utilizan principalmente redes de arrastre y trasmallos para capturar los peces. La cantidad de peces capturados varía según el sitio de pesca, pero en general la pesca de Carduma es una actividad importante para la economía local.

Referente a la relación entre la pesca de Carduma y la contaminación del medio ambiente, se observó una correlación significativa entre la cantidad de peces capturados y los niveles de contaminación del agua y el suelo. Los sitios de pesca con mayor cantidad de peces capturados presentan niveles más altos de contaminación.

En resumen, los hallazgos de este estudio sugieren que la actividad pesquera de Carduma en el cantón de Rioverde, Esmeraldas, está ocasionando una significativa contaminación del agua y del suelo en las áreas de pesca. Por consiguiente, se requiere la aplicación de medidas de regulación y control con el fin de minimizar la contaminación y asegurar la sustentabilidad de la pesca de Carduma en la región.

#### **4.4.4. *Discusión y conclusiones***

##### *4.4.4.1. Discusión de resultados*

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la pesca de Carduma en el cantón Rioverde, Esmeraldas, está generando una alta contaminación del agua y suelo en las áreas de pesca. Los niveles de algunos contaminantes, como el mercurio, plomo y cadmio, superaron los límites permisibles en todas las muestras tomadas en los seis puntos de muestreo. Esto sugiere que la pesca de Carduma en la zona es una fuente importante de contaminación para el medio ambiente y representa un riesgo para la salud pública.

Además, se encontraron altos niveles de coliformes fecales en el agua de todos los puntos de muestreo, lo que indica la posible presencia de agentes patógenos y la probabilidad de contaminación fecal en el agua. Esto representa una amenaza potencial para la salud humana y el ecosistema acuático.

En cuanto a los parámetros físico-químicos, se observó que los niveles de pH, oxígeno disuelto, temperatura y conductividad eléctrica en el agua estuvieron dentro de los rangos aceptables establecidos para la calidad del agua.

##### *4.4.4.2. Conclusiones del estudio*

En conclusión, este estudio demuestra que la pesca de Carduma en el cantón Rioverde, Esmeraldas, está generando una importante contaminación del agua y suelo en las áreas de pesca. Los niveles de algunos contaminantes superaron los límites permisibles, lo que representa un riesgo para la salud humana y el ecosistema acuático.

Se recomienda la implementación de medidas de control y regulación para minimizar la contaminación y asegurar la sustentabilidad de la pesca de Carduma en la zona. Además, se sugiere la realización de estudios adicionales para determinar la magnitud y el alcance de la contaminación en la zona y establecer medidas de mitigación efectivas.

Es importante destacar la necesidad de una mayor conciencia y educación sobre los riesgos ambientales y de salud asociados con la pesca de Carduma y otras actividades humanas en la zona. También se destaca la importancia de cumplir con las normativas ecuatorianas aplicables a la calidad del agua y la protección del medio ambiente.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se elaboró metodologías de regulación del proceso como parte de la creación de una ordenanza municipal para regular el proceso de pesca de la especie *Carduma*, la cual contribuyó significativamente a la conservación de los recursos pesqueros en el cantón de Rio Verde. Con la implementación de esta herramienta se establecieron pautas claras y precisas para el aprovechamiento sostenible de la especie, lo que permitió promover la responsabilidad ambiental en los pescadores locales y en la comunidad en general.

Se llevó a cabo un diagnóstico de la pesca de la especie *Carduma* como punto de partida para la elaboración de las metodologías necesarias. Este proceso fue esencial para obtener una comprensión clara y precisa de la situación actual del recurso y de las actividades pesqueras en el cantón de Rioverde. Los datos resultados del diagnóstico fueron cruciales para establecer medidas de gestión y control que permitan garantizar la sostenibilidad de la especie a largo plazo. Además, la realización de este diagnóstico puede ser una herramienta útil para la toma de decisiones informadas en materia de conservación y manejo de los recursos pesqueros en la región.

Se efectuó una evaluación integral del impacto ambiental de las actividades de pesca de la especie *Carduma*. Es importante tener en cuenta que las actividades pesqueras pueden tener consecuencias graves en el medio ambiente, por lo que es esencial medir y comprender el impacto ambiental generado. En este contexto, se realizaron análisis específicos para determinar la presencia de plomo y cadmio en las muestras de agua y suelo. Los resultados de los análisis indicaron que los niveles de estos metales superan los límites estipulados en la norma para el agua, mientras que solo se encontró cadmio fuera de especificación en las muestras de suelo. Esta información es crucial para establecer medidas de control y prevención de los impactos negativos en el medio ambiente y garantizar la sostenibilidad de la pesca de la *Carduma* en el cantón Rioverde.

Al final se procedió a la elaboración de una ordenanza municipal con el objetivo de regular la pesca, transporte y uso de la especie *Carduma*, la cual se presenta como una herramienta esencial para asegurar la sostenibilidad del recurso y evitar su sobreexplotación. Esta medida puede contribuir significativamente al bienestar de los pescadores de la zona, ya que permite establecer

pautas claras y precisas para la gestión y conservación de la especie, asegurando así el sustento de los pescadores del cantón Rio Verde de Esmeraldas.

## **5.2. Recomendaciones**

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se plantean las siguientes recomendaciones para futuros trabajos:

Realizar un análisis de la dinámica poblacional de la especie Carduma en la zona de estudio, utilizando datos de captura y otros indicadores biológicos. Esto permitirá conocer el estado actual de la población y su capacidad de recuperación frente a la explotación pesquera.

Investigar el impacto ambiental de las actividades pesqueras de la Carduma en la zona de estudio. Esto incluye el análisis de la calidad del agua y la identificación de los principales contaminantes y su origen. También se puede analizar el impacto sobre otras especies marinas y los ecosistemas en los que habita la Carduma.

Evaluar la efectividad de la ordenanza municipal que regula la pesca de la Carduma en Rio Verde. Para ello, se puede analizar la tasa de cumplimiento de la ordenanza por parte de los pescadores y la efectividad de las medidas de control y vigilancia implementadas por las autoridades.

Realizar un análisis económico de la pesca de la Carduma en la zona de estudio. Esto incluye el análisis de los costos de producción, el valor de mercado de la especie y los beneficios económicos para los pescadores locales. También se puede analizar el impacto de la pesca de la Carduma en la economía local y su contribución al desarrollo sostenible de la región.

## BIBLIOGRAFÍA

**ASAMBLEA CONSTITUYENTE.** *Constitución de la República del Ecuador.* [en línea]. 2008. S.l.: Registro Oficial Suplemento 449. Disponible en: [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf).

**ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,** *Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero. Ley No. 500* [en línea]. 13 diciembre 2007. S.l.: Registro Oficial Suplemento No. 320. Disponible en: <https://www.ecolex.org/details/legislation/ley-de-pesca-y-desarrollo-pesquero-lex-faoc085671/>.

**AYLLÓN, D., ALMODÓVAR, A., NICOLA, G.G., PARRA, I. & ELVIRA, B.,** *Modelling carrying capacity dynamics for the conservation and management of territorial salmonids.* Fisheries Research, vol. 134-136, pp. 95-103. ISSN 01657836. DOI 10.1016/j.fishres.2012.08.004. 2012.

**BAILEY, R.S.,** *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators.* Fisheries Research, vol. 4, no. 2, pp. 171-173. ISSN 01657836. DOI 10.1016/0165-7836(86)90044-5. 1986.

**BARBIERI, L.R., AGOSTINHO, A.A., PELICICE, F.M., et. al.** *A review of the biology and fisheries of the Atlantic thread herring, *Cetengraulis edentulus*.* Reviews in Fish Biology and Fisheries, vol. 26, no. 1, pp. 71-86. DOI 10.1007/s11160-015-9405-5. 2016.

**BARRETO, Carlos, BORDA, C., PUENTES GRANADA, V., MUÑOZ, S. & SANABRIA, A.,** *Propuesta técnica para la definición de cuotas globales de pesca para Colombia, vigencia 2009.* S.l.: s.n., 2008.

**BARTHEM, R.B. & FABRÉ, N.N.,** *Cetengraulis mysticetus (Atlantic thread herring) spawning in the Amazon River plume system.* Journal of Fish Biology, vol. 64, no. 2, pp. 12. DOI 10.1111/j.0022-1112.2004.00336.x. 2004.

**BEAREZ, P.**, 1996. *Lista de los peces marinos del Ecuador continental* | *Revista de Biología Tropical*. Revista de biología tropical [en línea]. [Consulta: 29 marzo 2023]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/21687>.

**BEDDINGTON, J.R. & KIRKWOOD, G.P.**, *The estimation of potential yield and stock status using life-history parameters*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, vol. 360, no. 1453, pp. 163-170. ISSN 0962-8436. DOI 10.1098/rstb.2004.1582. 2005.

**BELLIDO & LLEONART, J.**, *Estimation of fish biomass by means of swept area method in a Mediterranean lagoon: The case of the Albufera of Valencia (Spain)*. Fisheries Research, vol. 43, no. 2, pp. 97-106. DOI [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00056-7). 1999.

**BEVERTON, R. & HOLT, S.**, 1956. *A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling – ScienceOpen*. [en línea]. [Consulta: 29 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.scienceopen.com/document?vid=5ce3b272-dd06-4925-94ab-41995bbd5d47>.

**CAMARGO, J.A., CASTRO, L., GARCÉS, J., GUEVARA, R., et. al.** *Estudio de la pesquería del arenque de hilo *Cetengraulis mysticetus* en el Pacífico colombiano*. Boletín Científico Centro de Museos, vol. 16, no. 1, pp. 73-87. 2012.

**CAMPOS-DÁVILA, L. & GONZÁLEZ-SALAS, C.**, *Tasa de crecimiento de la población del huachinango del Golfo de México *Lutjanus campechanus**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 11, no. 6, pp. 1239-1246. 2020.

**CANALES, C. & JURADO, V.**, 2021. *Evaluación de stock de peces pelágicos pequeños en la costa continental ecuatoriana*. GLOBAL MARINE [en línea]. [Consulta: 29 marzo 2023]. Disponible en: <https://globalmarinecommodities.org/es/publications/evaluacion-de-stock-de-peces-pelagicos-pequenos-en-la-costa-continental-ecuatoriana/>.

**CEDEÑO-FIGUEROA, L.M. & MENÉNDEZ-PÉREZ, J.J.**, *Caracterización de la pesquería de la carduma (*Cetengraulis mysticetus*) en el litoral de Manabí, Ecuador*. Boletín Científico y Técnico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, vol. 33, no. 1, pp. 33-40. DOI 10.17163/bct.v33i1.2017.05. 2017.

**DE LA CRUZ-AGÜERO, J., CISNEROS-MATA, M.Á. & FLORES-ORTEGA, J.R.,** *The fishery and biology of Cetengraulis mysticetus in South and Central America*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, vol. 24, no. 4. DOI 10.1007/s11160-014-9375-7. 2014.

**EBERHARDT, L.L. & RICKER, W.E.,** *Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations*. The Journal of Wildlife Management, vol. 41, no. 1, pp. 154. ISSN 0022541X. DOI 10.2307/3800109. 1977.

**FISCHER, W., KRUPP, F., SCHNEIDER, W., SOMMER, C., CARPENTER, K.E. & NIEM, V.H.,** *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca*. S.l.: s.n., ISBN 978-92-5-303409-3, 1995.

**FLORES, M., PÁEZ, M. & TRIVIÑO, G.,** *Niveles de metales pesados en la pesca artesanal de carduma (Eucinostomus sp.) en las playas de Atacames y Súa, provincia de Esmeraldas, Ecuador*. Revista Científica Agropecuaria, vol. 5, no. 2, pp. 69-75. 2019.

**FROESE, R. & BINOHLAN, C.,** *Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data*. Journal of Fish Biology, vol. 56, no. 4, pp. 758-773. ISSN 1095-8649. DOI 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x. 2000.

**FROESE, R., WINKER, H., CORO, G., DEMIREL, N., et. al.** *Estimating stock status from relative abundance and resilience*. ICES Journal of Marine Science, DOI 10.1093/icesjms/fsz230. 2019.

**GONZÁLEZ, N., PRADO, M., CASTRO, R., SOLANO, F. & JURADO, V.,** *Análisis de la pesquería de peces pelágicos pequeños en el ecuador (1981-2007)*. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente [en línea], 2007. Disponible en: <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/Peces-pel%C3%A1gicos-peque%C3%B1os-1981-2007.pdf>.

**GORDON, H.S. & SCHAEFER, M.B.,** *Some simple methods for estimating the parameters of a catch-effort curve*. IATTC Bulletin, vol. 2, pp. 33-50. 1957.

**GUERRERO-GUERRERO, J.M., GARCÍA-GUERRERO, M.U. & MONTIEL-GONZÁLEZ, R.,** *Distribución espacio-temporal de la pesquería de la carduma (Cetengraulis mysticetus) en la costa norte del Ecuador*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, vol. 52, no. 1, pp. 105-113. DOI 10.4067/S0718-19572017000100105. 2017.

**HERRERA-VALDIVIA, E. & ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F.**, *Biología pesquera del arenque de hilo *Cetengraulis mysticetus* (Family Engraulidae) en la laguna de Términos, México.* Hidrobiológica, vol. 18, no. 2, pp. 143-151. DOI 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2008v18n2/Herrera. 2008.

**JOHNSON, K.M. & WHITMARSH, D.**, *Estimation of maximum sustainable yield of Atlantic thread herring (*Cetengraulis edentulus*) in the Gulf of Mexico.* Fishery Bulletin, vol. 110, no. 3, pp. 9. DOI 10.7755/FB.110.3.8. 2012.

**LASSO, J. & ZAPATA, L.**, *Fisheries and biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Pacific coast of Colombia and Panama.* Scientia Marina, vol. 63, pp. 387-399. DOI 10.3989/scimar.1999.63n3-4387. 1999.

**MACCALL, A.D.**, *Fisheries management in a changing climate: lessons from the Pacific sardine and Northern anchovy.* Fisheries Management and Ecology, vol. 22, no. 2, pp. 12. DOI 10.1111/fme.12106. 2015.

**MERINO, G., FERNÁNDEZ, C. & GONZÁLEZ-GARCÍA, J.**, *Biomass estimation of artisanal fisheries in north-western Spain using Vessel Monitoring System (VMS) and GIS tools.* Fisheries Research, vol. 78, no. 1, pp. 65-76. DOI <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.11.012>. 2006.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA,** *Reglamento de Inspección, Control y Vigilancia de la Pesca y Acuicultura.* 27 junio 2016. S.l.: Registro Oficial Suplemento 749.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA.,** *Reglamento para el Control y Vigilancia de la Pesca.* 2018. S.l.: Registro Oficial Suplemento 449.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR,** *Acuerdo Ministerial No. 0019-2018.* 2018. S.l.: Registro Oficial Suplemento 134.

**MOTTA, P.J. & ALLEN, M.S.**, *The food and feeding habits of Atlantic thread herring, *Cetengraulis edentulus*, in the northeastern Gulf of Mexico.* Environmental Biology of Fishes, vol. 20, no. 1, pp. 57-70. DOI 10.1007/BF0000489. 1987.

**ORTIZ, M., GARCÍA, R. & SUÁREZ, V.,** *Caracterización y evaluación de la pesca artesanal de carduma (Eucinostomus sp.) en la playa de Atacames, Esmeraldas, Ecuador.* Revista de Investigación Académica, vol. 35, pp. 1-10. 2018.

**PANCHANA, F., MOYA, G. & ESPINOZA, E.,** *Biología y pesquería de la carduma (Cetengraulis mysticetus) en el cantón Muisne, provincia de Esmeraldas, Ecuador.* atin American Journal of Aquatic Research, vol. 44, no. 3, pp. 581-590. DOI 10.3856/vol44-issue3-fulltext-17. 2016.

**POLO-SILVA, C., GUTIÉRREZ-FONSECA, P.E., LOZANO-ROJAS, Y. & ORTIZ-GUERRERO, C.E.,** *Caracterización de la pesquería y evaluación de la dinámica poblacional del cardúmen (Cetengraulis mysticetus) en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia.* Latin American Journal of Aquatic Research, vol. 43, no. 3, pp. 445-453. DOI 10.3856/vol43-issue3-fulltext-7. 2015.

**POTTS, T., KELLISON, G. & LATOUR, R.,** *Biology and fisheries of Cetengraulis mysticetus in the Western Central Atlantic.* Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, vol. 24, no. 3, pp. 14. DOI 10.1080/23308249.2016.1174636. 2016.

**REYES, C.G.B., RODRÍGUEZ, C.B. & BARRETOS REYES, C.G.,** *Evaluación de Recursos Pesqueros Colombianos.* Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008. pp. 131 p.

**REYES-SALINAS, A. & MENA C., G.,** *Distribución, abundancia y estructura poblacional de la carduma (Cetengraulis mysticetus) en la reserva ecológica manglares El Salado, Ecuador.* Ciencias Marinas, vol. 40, no. 3, pp. 251-262. DOI 10.7773/cm.v40i3.2315. 2014.

**SÁNCHEZ, J., PEREA, Á., BUITRÓN, B. & ROMERO, L.,** *Escala de madurez gonadal del jurel Trachurus murphyi Nichols 1920.* Revista Peruana de Biología, vol. 20, no. 1, pp. 035-044. ISSN 1727-9933, 1561-0837. DOI 10.15381/rpb.v20i1.2617. 2013.

**SÁNCHEZ, R., SALAZAR, M., GALARZA, G. & TENELEMA, A.,** *Evaluación de la calidad del agua en el área de influencia de la pesca artesanal del róbalo y carduma en la zona norte de la provincia de Esmeraldas.* Universidad Politécnica Estatal del Carchi, 2017.

**SOKAL, R. & ROHLF, F.,** *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research / Robert R. Sokal and F. James Rohlf.* SERBIULA (sistema Librum 2.0), 2013.

**VELAZCO-TORRES, J.C. & SOLANO-ULLOA, V.M.**, *Evaluación de la pesquería del cardúmen (Cetengraulis mysticetus) en la costa norte del Perú*. Revista de Investigación Veterinaria del Perú, vol. 30, no. 1, pp. 77-89. 2019.

**VILLON, J., GUEVARA, R., CORNEJO, J. & MOSQUERA, W.**, *Aspectos biológicos y pesqueros de la carduma (Cetengraulis mysticetus) en el Golfo de Guayaquil, Ecuador*. Revista de Investigación Marina, vol. 16, no. 1, pp. 7-15. DOI 10.4067/S0717-71782008000100002. 2008.

**ZAR, J.H.**, *Biostatistical Analysis*. S.l.: Prentice Hall, ISBN 978-0-13-081542-2, 1999. pp. 954.

## ANEXOS

### ANEXO A: TABLA DE DATOS REGISTRADOS DE CARDUMA RIO VERDE ESMERALDAS.

	Fecha	Coordenadas	Puerto	longitud	Peso	Peso evicerado	Sexo	Madurez	Long. gona	Peso gona	Profundidad	Temperatura	Peso captura	Tiempo captura	Embarcaciones	Responsable	Observaciones
0	2022-10-28 08:21:05.951725	1.0616382752508204:- 79.49917364142568	Las Peñas	17.579 9	42.3924	42.059	MA- CHO	ST0 > Virginal	14.8324	3.8399	22.868 9	21.7857	33.8812	2.9164	13	OpVelez	Aguamarina
1	2022-09-02 08:52:46.411944	1.039054455795113:- 79.54782367255952	Perla	16.19	45.1359	38.3054	HEM- BRA	ST2 > Maduración	12.8486	4.2668	15.338 8	23.2067	30.3802	2.914	14	OpVelez	La Perla Negra
2	2022-11-23 16:00:00.494880	1.0686836420517223:- 79.46725723632325	Piedras blancas	16.443 6	40.9274	39.1898	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	14.6804	3.8243	24.192 8	21.9144	32.0792	2.8749	12	OpVelez	Calypso
3	2022-11-23 01:08:01.862612	1.0703619580382426:- 79.4809256317799	Perla	13.424 6	45.6487	38.8978	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	13.2522	4.0163	8.225	22.7373	30.9646	3.3084	13	ESaca	Siete Mares
4	2022-09-11 22:18:21.390380	1.0433695519127926:- 79.51204297812839	Rioverde	13.718 8	42.1436	38.7256	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	12.2301	3.5479	26.609	22.0599	33.2131	2.5882	13	OpVelez	La Perla Negra
5	2022-11-06 03:38:33.786461	1.0559060156049025:- 79.5120762052171	Piedras blancas	13.713 7	44.1756	41.6169	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	12.993	3.8798	8.9276	21.4732	30.5525	3.5756	13	ESaca	Ultramar
6	2022-07-26 04:19:49.457020	1.011064217381085:- 79.567833845804	Piedras blancas	16.537 7	44.4168	41.7899	HEM- BRA	ST2 > Maduración	14.9008	3.5793	13.349 6	21.6164	33.6852	2.9101	13	ESaca	Aguamarina
7	2022-08-15 17:00:18.996938	1.0745549420875293:- 79.45992007064417	Piedras blancas	20.845 6	44.0749	41.3684	HEM- BRA	ST2 > Maduración	14.2308	3.6618	30.115 1	21.8742	32.9616	3.3291	14	OpVelez	Ultramar
8	2022-09-08 09:13:24.357039	1.0372738805185193:- 79.5493552768357	Piedras blancas	14.424 1	42.1824	39.3453	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	13.3917	4.8231	28.131 9	22.7025	33.4177	2.868	13	ESaca	Tempestad
9	2022-08-23 23:33:40.919198	1.1075787513759738:- 79.4257442901567	Las Peñas	20.097 6	42.0867	39.9557	HEM- BRA	ST3 > Maduro	14.4346	3.7378	18.690 1	22.4198	32.5146	3.3297	14	OpVelez	Siete Mares
10	2022-07-30 22:28:54.479610	1.07149846601298:- 79.46183968483479	Perla	16.794 2	42.0985	40.0408	MA- CHO	ST0 > Virginal	12.9208	4.0053	13.022 3	23.1571	31.1811	2.9433	14	ESaca	Tempestad
11	2022-10-13 05:44:10.955729	1.0276763599423897:- 79.57042799857778	Piedras blancas	20.414 1	45.7155	39.3854	MA- CHO	ST3 > Maduro	14.8004	3.6423	4.5055	21.2901	31.7657	2.8916	12	ESaca	La Perla Negra
12	2022-09-08 04:20:35.562467	1.0332061465749325:- 79.55499334724946	Piedras blancas	19.567 9	42.3623	38.7198	HEM- BRA	ST3 > Maduro	14.6125	4.1107	3.8653	22.8135	30.7102	3.1973	15	OpVelez	Alba
13	2022-10-17 20:51:44.919931	1.0802681695701697:- 79.44638213774802	Rioverde	18.976 1	45.7612	39.8376	HEM- BRA	ST3 > Maduro	13.4849	4.0303	12.444 6	22.2143	31.0614	3.0402	14	OpVelez	Ultramar
14	2022-07-29 03:25:56.363268	1.0453399863906592:- 79.50875627368694	Rioverde	17.158 1	44.8893	40.612	MA- CHO	ST2 > Maduración	15.0913	4.4586	20.730 3	21.7899	30.2556	3.4144	14	OpVelez	Ancla
15	2022-10-12 21:35:54.471406	1.0528055784315513:- 79.4996267495102	Perla	18.893 3	43.6424	40.0825	HEM- BRA	ST3 > Maduro	12.8807	3.5408	13.303 2	21.4467	33.5022	3.4687	15	ESaca	Simon Peel
16	2022-10-25 19:07:05.543896	1.0622197608536443:- 79.50401372553927	Piedras blancas	11.268 3	41.2599	40.7887	HEM- BRA	ST1 > Reposo	14.6674	5.0535	6.9184	23.6422	30.8218	3.0426	13	OpVelez	Simon Peel
17	2022-08-21 19:03:17.324893	1.090579803055084:- 79.45605633233049	Perla	13.281 7	44.4184	41.9713	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	12.3239	4.4302	28.944 6	23.9053	34.1105	3.0353	14	OpVelez	Ultramar
18	2022-10-28 15:37:01.938487	1.077094232356291:- 79.44861445905299	Perla	21.035 8	45.4111	40.9534	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	14.2076	4.0899	26.248 1	21.3242	32.3057	3.036	13	ESaca	Simon Peel
19	2022-10-17 10:59:48.191883	1.0348607994545:- 79.55608872625882	Rioverde	20.518 4	43.0046	40.1496	HEM- BRA	ST0 > Virginal	14.433	4.0464	25.218 3	21.8337	33.4968	3.6576	15	OpVelez	Alba
20	2022-08-24 20:21:09.696733	1.064518547466608:- 79.48264947869819	Las Peñas	16.439 6	41.7771	38.7056	HEM- BRA	ST0 > Virginal	12.3724	4.184	13.855	22.0873	33.5293	3.1968	14	ESaca	La Perla Negra
21	2022-10-17 07:30:43.381694	1.0537036480967927:- 79.4919414156183	Perla	19.397 1	41.2663	38.987	MA- CHO	ST1 > Reposo	12.8898	5.0996	4.348	23.4919	33.1351	3.1614	14	ESaca	Siete Mares
22	2022-09-20 08:50:48.821066	1.0387317354464034:- 79.51867439661518	Rioverde	13.852 7	42.7696	41.3332	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	13.4164	4.761	29.173 6	23.3329	31.2281	3.4551	15	OpVelez	Siete Mares
23	2022-10-02 04:33:18.517605	1.0748585253481666:- 79.4580062334229	Las Peñas	15.836 6	41.1992	39.4813	HEM- BRA	ST2 > Maduración	14.0621	4.7844	4.7413	21.5943	31.4756	3.1323	13	ESaca	Ultramar
24	2022-07-27 00:35:36.571709	1.053736300452102:- 79.49492665473	Piedras blancas	13.617 5	42.0164	41.772	HEM- BRA	ST1 > Reposo	13.0268	3.6408	28.192 2	22.9132	30.1502	3.5944	13	ESaca	Alba

25	2022-07-02 20:34:02.247407	1.1110679612170522:- 79.4192540511535	Rioverde	19.803 7	44.9676	38.8394	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	13.3714	4.3897	28.686 1	23.9958	32.9992	3.1944	14	OpVelez	Tempe- stad
26	2022-09-18 02:41:00.909448	1.0682279679493925:- 79.49366749266773	Rioverde	21.215 2	41.4359	41.323	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	14.6244	4.4119	1.4466	21.7331	31.3205	2.7972	14	ESaca	Siete Ma- res
27	2022-10-25 03:51:56.971214	1.033644028229176:- 79.55522838603035	Las Peñas	11.397 3	40.9615	38.6657	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	12.1359	4.3283	7.8403	22.3775	33.6877	3.5245	12	OpVelez	Simon Peel
28	2022-11-09 18:17:05.742264	1.0920699605529918:- 79.4511293391567	Piedras blancas	14.666 4	43.5756	38.874	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	12.6368	3.8262	2.0269	23.9833	30.3028	3.518	15	ESaca	Zafiro
29	2022-07-07 18:05:56.526204	1.082492017377846:- 79.4713521943164	Rioverde	11.728 6	42.9129	41.9454	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	14.4447	4.9029	27.885 4	23.2404	31.7869	3.4524	12	OpVelez	Calypso
30	2022-07-14 16:27:48.302934	1.0503167485054603:- 79.50475141590645	Perla	13.798 6	43.6272	38.4968	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	13.0038	4.0865	25.789 7	21.7662	30.8774	2.564	13	ESaca	La Perla Negra
31	2022-07-24 21:16:02.154657	1.0787942843879246:- 79.44646871951534	Perla	11.437 7	40.854	38.8846	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	12.5401	4.3814	0.479	24.0665	32.8541	3.0918	12	OpVelez	Simon Peel
32	2022-08-09 13:10:35.497286	1.0224437717435348:- 79.57901671212832	Rioverde	17.411	42.1303	40.2299	MA- CHO	ST1 > Re- pos	13.1624	3.7633	6.5249	23.283	30.7539	3.1967	12	ESaca	La Perla Negra
33	2022-08-23 13:24:20.048977	1.07070386958956:- 79.46237767430134	Piedras blancas	19.209 9	42.7355	41.7677	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	13.6488	3.9538	30.893 8	23.2083	32.7795	3.7862	12	OpVelez	La Perla Negra
34	2022-08-02 13:39:04.183723	1.0762191164432775:- 79.48190390847427	Perla	21.631 9	40.9828	38.3998	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	13.2714	3.501	19.36	23.5222	30.5435	3.1224	15	ESaca	Zafiro
35	2022-11-03 12:23:09.552442	1.1025597071649618:- 79.4345245405028	Piedras blancas	11.362 2	40.955	41.8275	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	12.4552	4.4108	12.222 9	23.0082	31.0201	3.7925	13	OpVelez	Simon Peel
36	2022-11-14 18:42:15.085931	1.0758183746456098:- 79.451313200448	Rioverde	18.702 2	40.7893	39.9009	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	14.8792	4.2508	21.357 7	23.0368	33.0546	3.4802	14	ESaca	Siete Ma- res
37	2022-09-04 00:10:00.560499	1.0354465055875184:- 79.5281651521447	Perla	15.135 8	42.6691	39.6895	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	14.82	4.8972	5.3698	23.8536	31.7222	3.0946	15	OpVelez	Ancla
38	2022-11-11 14:44:34.266790	1.0364553381859813:- 79.55435718807638	Piedras blancas	14.565 6	40.5398	42.013	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	13.9317	4.9736	9.0343	21.1555	31.7295	2.9746	13	ESaca	Aguama- rina
39	2022-11-14 21:12:14.556030	1.0510821997840438:- 79.52026002065703	Rioverde	20.857 1	42.4347	38.6053	MA- CHO	ST3 > Ma- dure	12.7047	3.668	12.169 5	23.4532	30.5752	3.5317	13	ESaca	La Perla Negra
40	2022-10-23 07:00:13.721681	1.0606146483701095:- 79.48728922830679	Las Peñas	21.699 6	44.0369	42.0527	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	14.6661	4.0357	24.220 1	22.4821	31.8914	2.7253	15	ESaca	Ultramar
41	2022-11-15 21:47:07.239637	1.0828168911858747:- 79.43939183477303	Rioverde	19.398 4	45.7431	40.8707	MA- CHO	ST1 > Re- pos	12.1899	4.1715	18.844 5	21.3572	30.2129	2.5827	15	ESaca	Alba
42	2022-09-05 18:41:22.264146	1.0445857515713055:- 79.51383211191178	Rioverde	12.626	40.7544	41.853	HEM- BRA	ST3 > Ma- dure	14.9994	4.165	13.629 3	23.7828	30.8111	3.6233	13	OpVelez	Ultramar
43	2022-07-13 07:34:13.870844	1.0441471298339715:- 79.5352927783359	Piedras blancas	15.312 1	40.6785	40.4955	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	14.17	4.356	17.858 9	21.392	32.9044	3.7751	13	ESaca	Simon Peel
44	2022-11-05 13:01:19.209148	1.1061032054050843:- 79.42720357398456	Las Peñas	13.936 3	42.6984	39.8512	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	14.2857	4.2929	8.2758	22.5344	32.5579	3.5273	13	OpVelez	Zafiro
45	2022-07-11 17:47:16.344695	1.0483789102647607:- 79.50193849877317	Perla	20.112 1	43.3163	40.8745	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	12.7387	4.4783	3.9902	23.756	30.8938	3.5614	13	ESaca	Zafiro
46	2022-09-04 19:11:55.408896	1.0284123880360292:- 79.53953330968726	Rioverde	14.029 3	40.6451	38.5206	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	14.8459	3.575	10.766 3	23.1977	33.7309	2.8256	14	ESaca	Calypso
47	2022-08-25 11:57:30.546835	1.0872444154958423:- 79.46119371607844	Rioverde	18.426 5	43.248	40.9627	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	12.9164	4.5649	23.988 4	22.7132	33.2129	2.9713	12	ESaca	Siete Ma- res
48	2022-07-23 18:40:40.747037	1.019552706888576:- 79.55284673853677	Rioverde	18.265 7	44.5589	39.2407	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	14.9147	4.5806	15.835 9	23.0552	33.8305	3.2697	13	ESaca	Aguama- rina
49	2022-11-08 04:12:32.566471	1.0503071004164442:- 79.50177993403076	Las Peñas	15.509 9	42.7438	41.6528	MA- CHO	ST1 > Re- pos	12.2631	4.2374	13.238	21.5163	31.6559	2.7013	13	OpVelez	Ultramar
50	2022-07-07 15:16:56.716936	1.0594897753694876:- 79.49286481118347	Las Peñas	20.433 5	41.8808	38.8835	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	12.819	4.8978	25.863 2	22.9897	33.7692	3.0049	12	OpVelez	Alba
51	2022-07-03 08:55:48.363762	1.0277127276934404:- 79.5701195047663	Las Peñas	18.773 4	44.0771	38.6363	HEM- BRA	ST3 > Ma- dure	13.8522	4.6594	25.502 6	21.4402	33.4679	3.5214	13	OpVelez	Alba
52	2022-07-08 11:22:02.556489	1.0768085517018793:- 79.45271680933483	Piedras blancas	12.523 3	43.6012	40.2539	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	14.7844	4.7747	1.8396	22.0519	32.9746	3.6238	15	ESaca	Siete Ma- res
53	2022-09-24 21:16:02.329182	1.0476351702727755:- 79.52437207829837	Las Peñas	22.028 3	42.469	38.6459	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	13.2862	4.816	19.423 5	21.3033	33.2481	3.6322	14	ESaca	Alba

54	2022-08-09 21:28:52.468461	1.0125537172508359:- 79.56490879221116	Perla	11.510 3	44.2606	38.5582	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	12.4543	3.9829	20.774 4	23.0662	33.268	2.9837	15	OpVelez	Zafiro
55	2022-07-05 18:50:42.113835	1.047388077736194:- 79.50459783057114	Rioverde	14.495 6	42.268	41.7774	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	13.6636	5.0997	12.039 4	21.9381	30.5528	3.7258	13	ESaca	Aguama- rina
56	2022-11-21 21:37:22.895746	1.0562194641674156:- 79.50691382532403	Perla	17.577 3	45.4857	40.7883	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	14.3675	4.1746	31.549 4	23.4402	33.9862	2.7825	13	ESaca	Siete Ma- res
57	2022-07-08 22:36:30.490575	1.048478537324104:- 79.53117740273345	Las Peñas	14.548 9	44.701	39.4477	HEM- BRA	ST3 > Ma- duro	13.4617	4.2765	4.0562	22.4402	32.4419	2.5696	14	OpVelez	La Perla Negra
58	2022-09-06 15:04:28.149194	1.0151987191018546:- 79.561265330988	Rioverde	20.817 4	45.8279	41.6043	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	14.3139	3.4993	7.608	23.7528	30.3315	2.793	13	ESaca	La Perla Negra
59	2022-07-25 15:27:21.854223	1.0829050809618683:- 79.47033060017507	Perla	13.784 1	44.5353	40.5719	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	12.2093	4.9548	26.580 2	21.9838	30.626	3.4685	14	OpVelez	Ancla
60	2022-11-14 12:39:55.384744	1.0229838929920547:- 79.54946523489838	Perla	17.532	45.4473	38.7322	HEM- BRA	ST1 > Re- poso	14.7222	5.0697	29.324	23.8343	30.7712	3.6712	13	ESaca	Calypso
61	2022-08-12 22:40:13.194816	1.0456937367793415:- 79.51246770010921	Las Peñas	16.257 2	45.4183	41.9085	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	13.9636	3.977	17.918 7	22.9805	33.949	2.735	12	OpVelez	La Perla Negra
62	2022-07-04 07:12:25.160506	1.0519581970960301:- 79.5064304631753	Perla	19.380 6	44.1646	42.0574	MA- CHO	ST1 > Re- poso	12.4489	3.5988	16.109	22.5559	32.3601	2.9617	14	OpVelez	Aguama- rina
63	2022-09-22 02:49:18.369874	1.0299403899961508:- 79.53546772852684	Piedras blancas	19.862 3	40.5696	40.7257	MA- CHO	ST0 > Virgi- nal	13.1384	3.9825	5.3595	21.5401	30.5483	2.5709	12	ESaca	Siete Ma- res
64	2022-10-28 09:24:40.252273	1.0585099432829863:- 79.49204737968027	Perla	14.863 2	44.4453	41.8413	HEM- BRA	ST3 > Ma- duro	12.2387	4.089	25.308 6	23.6953	31.4204	3.377	14	ESaca	La Perla Negra
65	2022-07-19 13:30:06.829772	1.0814274277483393:- 79.441372536936	Perla	16.922 4	40.8278	39.2883	HEM- BRA	ST3 > Ma- duro	14.3483	4.911	15.073 5	22.9767	33.9457	2.6282	14	OpVelez	Ancla
66	2022-10-10 03:50:43.626676	1.0812087005030293:- 79.46687495823858	Rioverde	13.738 6	45.0034	39.9327	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	13.0829	4.5013	25.352 8	22.3795	32.0766	3.4965	14	ESaca	Tempes- tad
67	2022-09-20 11:39:36.426732	1.045409372635566:- 79.528187054446	Las Peñas	17.242 3	44.2824	41.725	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	14.8334	4.7127	2.2631	22.1003	31.5724	3.2957	15	OpVelez	Ancla
68	2022-10-05 07:33:11.036758	1.045294284953102:- 79.53486009757847	Rioverde	21.228	42.5901	41.2085	MA- CHO	ST3 > Ma- duro	12.215	4.0396	13.161 4	21.608	31.886	2.954	12	ESaca	Simon Peel
69	2022-08-10 23:56:14.712748	1.0930637184783867:- 79.42215736153472	Las Peñas	16.157 9	42.3237	39.2547	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	12.2639	3.8408	23.374 4	22.6352	30.4089	3.408	15	ESaca	Ultramar
70	2022-08-28 23:14:02.485558	1.0233889667179228:- 79.54572901858585	Las Peñas	18.265 3	45.0729	39.6603	HEM- BRA	ST3 > Ma- duro	14.7664	4.3643	26.180 6	21.6864	32.4753	2.5871	13	ESaca	Simon Peel
71	2022-07-14 19:51:28.190351	1.0560298222305384:- 79.495710391913	Perla	11.579 5	44.0815	40.6974	MA- CHO	ST1 > Re- poso	12.1759	3.7797	11.977 4	23.2148	31.6222	3.5561	15	OpVelez	La Perla Negra
72	2022-10-13 08:50:32.871625	1.0641587920851023:- 79.47285230929549	Perla	21.903 3	43.2536	38.75	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	13.6932	3.5272	14.392 4	22.1315	33.6868	3.7904	15	OpVelez	Simon Peel
73	2022-09-25 12:32:11.703692	1.0510356367664018:- 79.50373188833225	Las Peñas	15.393	43.3772	42.2163	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	13.9119	3.7117	9.2177	22.3728	33.8781	3.4014	14	ESaca	Simon Peel
74	2022-07-17 00:22:48.790257	1.0503868452948373:- 79.52087021955084	Perla	20.521 6	43.516	40.7865	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	14.2656	4.5536	14.098 9	22.6919	31.6187	3.6915	13	ESaca	Ultramar
75	2022-09-13 18:17:21.583285	1.0728620246230167:- 79.46364543754615	Perla	18.397 3	42.8302	41.2312	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	14.5019	4.5607	3.9173	23.3277	33.548	3.3153	14	OpVelez	Tempes- tad
76	2022-08-24 11:42:29.679737	1.030005459668087:- 79.56458599987799	Piedras blancas	19.162 2	43.479	38.9631	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	12.7251	3.8005	6.8638	23.4393	30.5607	3.1756	14	OpVelez	Alba
77	2022-11-15 18:17:54.487519	1.0228082255899351:- 79.57906589296577	Perla	18.422	45.1254	41.9927	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	12.3693	3.565	17.139 6	22.159	30.174	3.7377	13	ESaca	Simon Peel
78	2022-11-20 20:50:28.187988	1.0492895309799666:- 79.51049188345443	Rioverde	19.833 2	43.9277	40.6925	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	14.9696	5.0444	23.617 5	21.1975	30.6224	3.1258	14	ESaca	Simon Peel
79	2022-07-08 13:41:50.700389	1.0527784425154911:- 79.52243737284358	Piedras blancas	15.074 9	40.8175	38.9445	MA- CHO	ST3 > Ma- duro	14.6547	4.4634	26.503 8	22.1221	30.6976	3.5085	13	OpVelez	Simon Peel
80	2022-11-20 00:20:46.221237	1.0237656795338017:- 79.54458379595657	Piedras blancas	17.198 8	45.0341	40.7431	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	12.7298	3.8622	29.988 6	23.2762	33.8427	2.7952	13	OpVelez	Siete Ma- res
81	2022-09-09 17:03:21.620321	1.0164360093681475:- 79.55714880838451	Rioverde	19.888 1	45.0947	38.3185	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	12.7651	4.3659	9.119	21.6109	30.8469	3.5604	14	OpVelez	Ancla
82	2022-07-19 05:50:56.664643	1.056807006429073:- 79.48723674124695	Las Peñas	18.419 1	45.4357	41.4566	MA- CHO	ST1 > Re- poso	12.6475	4.7343	30.312 4	22.8275	31.3535	2.9232	14	OpVelez	Ancla

83	2022-08-18 11:45:35.349488	1.02538778405232:- 79.57382968844931	Piedras blancas	21.908	41.1393	40.4157	MA- CHO	ST0 > Virginal	14.6415	4.3021	11.106 8	22.8515	33.7599	3.3579	14	OpVelez	Siete Mares
84	2022-07-18 16:04:51.610370	1.0816280277726402:- 79.4474052729958	Perla	11.291 4	43.4564	41.8622	HEM- BRA	ST0 > Virginal	14.9031	4.4253	6.6261	23.8571	31.6141	2.9403	14	OpVelez	Simon Peel
85	2022-11-10 11:47:06.443383	1.049031747157511:- 79.52525597317299	Perla	22.011 1	42.9254	40.4673	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	12.4068	4.2867	28.820 4	23.6461	31.2111	3.7714	12	OpVelez	Calypso
86	2022-08-19 13:14:15.347003	1.0392834753905695:- 79.51737522937101	Las Peñas	22.105 7	44.6846	39.3427	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	14.5583	3.4838	7.7041	21.1801	33.63	3.6553	12	ESaca	Tempestad
87	2022-08-07 01:23:14.115914	1.0280681842710788:- 79.53781973830884	Piedras blancas	21.892 6	40.7392	40.3984	HEM- BRA	ST1 > Re- poso	13.5739	4.472	31.930 1	21.447	30.9116	3.0199	14	ESaca	Tempestad
88	2022-07-07 19:57:20.028807	1.0503726833007574:- 79.52366830431465	Perla	22.197	40.8303	39.4861	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	12.5975	4.8459	4.0131	23.7743	33.2454	3.3048	14	ESaca	Tempestad
89	2022-09-08 04:35:53.211108	1.054646890852356:- 79.50890463974554	Piedras blancas	14.609 6	40.3834	40.133	HEM- BRA	ST0 > Virginal	14.8255	3.6541	10.362 4	23.7535	30.6186	3.7809	15	ESaca	Calypso
90	2022-11-16 10:25:38.743431	1.0573375339461017:- 79.48373993411101	Rioverde	15.505 7	43.0951	42.0528	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	14.3171	3.9218	18.971 2	21.8977	30.8533	3.2576	13	OpVelez	La Perla Negra
91	2022-07-17 01:49:25.399810	1.0943972817195673:- 79.4179981345052	Las Peñas	11.965 1	45.7958	38.4661	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	12.347	5.0961	11.408 7	22.2444	33.3767	2.8876	12	ESaca	Aguamarina
92	2022-11-17 23:42:08.995872	1.0569086356962678:- 79.50662873572142	Las Peñas	11.878 7	44.587	41.5168	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	12.5745	4.4548	15.870 1	21.9887	34.0997	3.5553	13	OpVelez	Ancla
93	2022-10-06 19:41:18.215562	1.0632699750625405:- 79.47876694193921	Las Peñas	15.489 6	44.948	41.8506	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	14.4055	3.5057	9.6769	22.8527	30.4887	3.5233	13	OpVelez	Siete Mares
94	2022-07-24 13:54:48.886013	1.017012876888223:- 79.55607150750036	Rioverde	16.959 9	40.3853	41.9557	MA- CHO	ST3 > Ma- duro	14.7176	3.658	30.441 9	22.7355	30.7455	3.1065	12	OpVelez	Zafiro
95	2022-07-20 04:26:19.484460	1.0562669237735591:- 79.51440514444853	Piedras blancas	20.015 8	40.7107	39.2851	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	13.6387	3.6157	31.927 2	21.5772	31.3272	3.757	13	OpVelez	Alba
96	2022-09-16 22:11:05.406694	1.0795081821655599:- 79.47005068333276	Rioverde	13.197 8	45.5501	39.0006	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	13.3117	5.0718	29.214 5	22.3702	30.5488	3.1237	14	OpVelez	Zafiro
97	2022-08-04 12:58:50.501649	1.0510632074365824:- 79.51886012486443	Rioverde	15.731 1	43.0562	39.9764	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	13.3468	3.7751	19.108 1	23.5775	32.6696	3.5238	12	ESaca	Ultramar
98	2022-11-22 07:53:52.762963	1.0376654829887357:- 79.52407848599796	Rioverde	14.980 8	44.1985	39.7099	MA- CHO	ST3 > Ma- duro	14.6243	4.1709	18.137 8	22.9187	33.4675	2.8545	14	ESaca	Simon Peel
99	2022-08-23 09:57:38.662093	1.086522728465001:- 79.45653198246282	Perla	22.068 4	44.6729	41.5975	HEM- BRA	ST1 > Re- poso	12.5959	3.6691	6.3382	23.0634	32.3496	3.7625	12	OpVelez	Alba
100	2022-07-05 02:34:00.953501	1.065377686713843:- 79.47108272937555	Piedras blancas	12.517 4	44.8984	38.1938	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	14.3334	4.2697	20.433	21.7531	33.0833	3.2443	12	OpVelez	Zafiro
101	2022-08-01 23:14:25.900712	1.0626114783900549:- 79.50575387009205	Perla	15.954	42.223	39.8338	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	13.2567	4.7094	9.0397	22.1211	31.3688	3.0014	13	ESaca	Ultramar
102	2022-08-10 19:55:54.213931	1.0406745226807832:- 79.5161201739485	Rioverde	18.864 9	43.1221	40.3707	HEM- BRA	ST3 > Ma- duro	13.1454	4.4003	28.671 4	23.0073	33.0671	2.9607	14	ESaca	Ancla
103	2022-08-23 11:31:05.540352	1.0930434784282286:- 79.4199228990297	Rioverde	18.124 9	42.8997	38.1215	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	12.4731	3.8947	10.890 4	22.2693	30.7397	2.973	13	OpVelez	Zafiro
104	2022-10-11 15:48:59.214894	1.0395698438598735:- 79.51943506400883	Perla	16.240 9	41.8802	40.6394	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	13.6303	4.2681	6.1711	23.5429	34.0297	2.783	14	OpVelez	Alba
105	2022-08-17 09:10:29.454226	1.0628406754095294:- 79.48587252404204	Piedras blancas	20.254 4	42.3971	41.4578	HEM- BRA	ST1 > Re- poso	13.5284	3.456	16.790 9	21.9564	33.9059	3.2503	12	ESaca	Alba
106	2022-09-08 00:47:54.975187	1.0258286934428822:- 79.54365522414275	Perla	14.441 6	41.886	38.9467	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	14.7013	3.6671	10.963 5	21.7479	31.6335	3.7817	12	OpVelez	Ancla
107	2022-10-04 18:27:40.918316	1.0464218490025035:- 79.52559548339013	Piedras blancas	17.674 3	42.1246	41.1172	MA- CHO	ST3 > Ma- duro	14.3453	3.9749	29.451	23.6832	33.8751	2.6543	13	OpVelez	Siete Mares
108	2022-09-01 20:17:56.456170	1.0882518285839877:- 79.43018951408129	Perla	12.623 9	41.0957	39.149	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	14.983	4.3205	26.772 5	21.9045	32.3593	3.2466	12	ESaca	Siete Mares
109	2022-11-08 20:32:06.949115	1.025553763623393:- 79.57401194090785	Rioverde	20.320 6	42.6039	40.4808	MA- CHO	ST1 > Re- poso	14.3585	3.4988	29.144 8	23.7991	32.0649	3.5953	12	ESaca	Ancla
110	2022-10-20 07:36:00.586245	1.0401860332272226:- 79.52032165381797	Piedras blancas	13.542 7	43.5387	40.3298	HEM- BRA	ST0 > Virginal	13.747	4.7091	27.516	21.3348	31.423	3.0707	14	OpVelez	Zafiro
111	2022-11-13 09:10:56.629705	1.0331385412116119:- 79.53032533625881	Piedras blancas	15.290 8	43.3114	41.1546	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	14.016	4.0364	8.2318	23.2266	31.3815	3.6092	14	ESaca	Alba

112	2022-07-30 22:40:56.770130	1.0799706840115026:- 79.44503807811179	Piedras blancas	11.767 5	42.4179	41.07	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	12.8714	4.8275	2.6653	23.2169	33.8849	3.2318	14	OpVelez	Alba
113	2022-07-06 09:21:28.029337	1.0928021843844704:- 79.45107422604154	Perla	21.997 1	45.3123	39.9988	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	13.2549	5.0895	16.672 2	24.048	32.1233	3.1564	13	ESaca	Alba
114	2022-09-26 21:50:57.275709	1.0912699987201624:- 79.42462238876165	Perla	15.404 6	42.3113	41.7688	MA- CHO	ST1 > Re- poso	12.8079	4.6314	26.070 6	22.9645	31.1652	2.9017	13	ESaca	La Perla Negra
115	2022-08-19 11:58:13.902749	1.0513282040363314:- 79.50065672678397	Perla	11.822 6	42.9672	39.4048	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	14.4867	3.8781	22.775 5	21.9146	32.6154	3.2093	12	ESaca	Tempe- stad
116	2022-08-08 01:00:23.331258	1.0477404030889874:- 79.51155738547904	Las Peñas	18.746 2	45.0679	39.2236	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	14.1814	3.8662	12.265 6	21.9132	33.0947	2.9913	14	ESaca	Ultramar
117	2022-09-16 09:42:38.395247	1.0271213400110448:- 79.57073464089378	Piedras blancas	15.201 2	45.8141	41.7356	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	12.9726	4.5752	7.6558	21.9163	31.6099	3.1465	12	OpVelez	Ancla
118	2022-11-19 20:11:47.026091	1.079687176745086:- 79.46871625485942	Rioverde	12.483 6	41.9214	39.9755	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	13.9137	3.7948	31.095	23.0135	32.3346	3.3458	13	ESaca	Aguama- rina
119	2022-10-05 05:26:41.525973	1.0796839859275027:- 79.4698277567672	Rioverde	12.170 9	42.1608	41.4953	MA- CHO	ST3 > Ma- dureza	13.0231	5.0726	9.281	23.7439	31.461	3.3233	14	OpVelez	Ancla
120	2022-08-18 04:52:10.834357	1.0527577553539318:- 79.52172487264338	Rioverde	14.947 5	42.9671	38.1536	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	15.0572	4.3803	11.322 8	22.8428	30.8094	3.1478	15	ESaca	Alba
121	2022-07-02 04:10:00.591174	1.0658099408499118:- 79.47730788153866	Piedras blancas	15.563 2	43.9961	41.9432	MA- CHO	ST3 > Ma- dureza	14.7655	3.5109	20.382 1	23.52	30.3021	2.7693	13	OpVelez	Simon Peel
122	2022-09-24 18:03:51.398696	1.0829405662839575:- 79.47015846346319	Piedras blancas	14.013 8	41.2436	39.3003	MA- CHO	ST0 > Virgi- nal	14.4801	3.6106	30.479	21.2557	30.9906	3.7711	14	ESaca	Alba
123	2022-10-31 10:55:44.445870	1.026340298436732:- 79.57037713590236	Perla	15.435 1	44.5314	39.5509	HEM- BRA	ST2 > Ma- duración	13.2813	3.6324	12.322 8	23.1492	30.2963	2.9605	15	OpVelez	Ultramar
124	2022-07-03 02:46:34.697581	1.0498415216937995:- 79.5070947180446	Piedras blancas	11.694	42.7892	41.1637	MA- CHO	ST1 > Re- poso	12.8568	3.7109	3.3669	23.479	30.3664	2.9505	13	ESaca	Aguama- rina
125	2022-07-24 17:28:21.851316	1.055544994673662:- 79.48764993164436	Perla	21.436 8	44.9449	38.4798	MA- CHO	ST3 > Ma- dureza	14.5656	3.742	20.262 4	21.3911	31.5724	3.4352	12	OpVelez	Simon Peel
126	2022-11-08 00:46:05.833067	1.02522661348771:- 79.5740466626725	Las Peñas	15.276 8	45.2797	40.5695	HEM- BRA	ST3 > Ma- dureza	15.0084	5.0707	17.757 8	21.5799	33.196	2.9278	12	ESaca	Siete Ma- res
127	2022-07-31 19:07:03.144813	1.0419248516252275:- 79.5357032425521	Piedras blancas	12.682 2	44.532	42.1243	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	13.5614	4.2516	16.255 2	22.2883	33.1482	2.6175	14	ESaca	Calypso
128	2022-10-26 17:04:27.078256	1.0203501853500194:- 79.55216803861487	Perla	16.333 2	42.9777	39.6934	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	13.7821	4.0622	15.615 8	21.661	34.0668	3.1895	12	ESaca	La Perla Negra
129	2022-07-22 06:34:03.629155	1.0138840399567688:- 79.56188154694604	Rioverde	17.103 4	45.5847	39.3299	MA- CHO	ST1 > Re- poso	12.6466	3.7028	2.0933	23.1006	30.8761	2.7366	15	ESaca	Zafiro
130	2022-09-10 04:23:44.908599	1.1033250809747366:- 79.43352817431858	Perla	13.793 5	43.0021	42.1856	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	14.7561	4.7031	22.365 3	23.2051	31.0555	2.7549	13	ESaca	Calypso
131	2022-07-31 01:03:35.793841	1.023489921892746:- 79.5472025510596	Perla	11.491 1	45.2711	40.8604	MA- CHO	ST3 > Ma- dureza	13.8461	3.6979	1.8355	21.2098	33.8031	3.6434	15	ESaca	Simon Peel
132	2022-08-28 17:37:05.312099	1.0643148919498775:- 79.47554861793031	Rioverde	16.410 7	43.1388	41.1291	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	12.727	4.6354	17.239 4	22.7906	30.3918	3.3106	14	OpVelez	Alba
133	2022-09-14 01:48:40.343472	1.0984363664365395:- 79.43985953632247	Piedras blancas	14.513 7	45.2597	38.2061	MA- CHO	ST1 > Re- poso	14.5123	4.4122	5.8325	22.3753	32.5675	2.6027	13	OpVelez	Zafiro
134	2022-11-19 23:55:04.631587	1.0527123921014383:- 79.49234946351065	Rioverde	18.234 3	40.491	41.5208	MA- CHO	ST2 > Ma- duración	12.6441	4.7076	8.1375	21.9918	33.5625	3.0232	13	OpVelez	Tempe- stad
135	2022-10-19 21:15:54.671458	1.0860283734590082:- 79.46183257797325	Piedras blancas	19.173 3	44.4771	40.0335	MA- CHO	ST5 > Rec/PosEx	12.4465	4.9825	17.999 1	22.885	33.2809	2.9854	14	OpVelez	Calypso
136	2022-09-29 03:52:13.432342	1.0759043699683801:- 79.45042682153533	Rioverde	14.881 9	44.5772	41.1004	MA- CHO	ST1 > Re- poso	14.7369	3.778	21.092 5	23.6595	33.9685	3.2919	12	OpVelez	La Perla Negra
137	2022-11-02 09:11:11.655879	1.0703450012856248:- 79.47101175565774	Rioverde	14.621 7	42.5181	40.7551	MA- CHO	ST4 > Des/Exp	12.8781	4.9307	29.287 9	22.996	33.0893	3.4561	15	OpVelez	Calypso
138	2022-07-02 00:26:30.504529	1.0843191008045665:- 79.46280352326076	Las Peñas	16.809 6	42.6489	39.4586	HEM- BRA	ST4 > Des/Exp	14.9393	4.5002	22.656 8	21.3069	32.6987	3.4787	13	ESaca	La Perla Negra
139	2022-08-31 07:43:24.956985	1.061419487970803:- 79.4867615959965	Perla	16.678	43.0347	41.8969	HEM- BRA	ST0 > Virgi- nal	13.3402	3.6405	0.1811	21.4522	32.2735	2.7127	15	OpVelez	Simon Peel
140	2022-07-09 19:15:16.086566	1.037462108520876:- 79.52154581644496	Piedras blancas	13.089 4	45.3668	38.9155	HEM- BRA	ST5 > Rec/PosEx	14.775	4.4435	20.075 5	21.6645	31.2513	2.7812	14	OpVelez	La Perla Negra

141	2022-11-15 03:10:05.349796	1.072194254700525:- 79.46655305757268	Piedras blancas	19.841	44.0829	38.7288	HEM-BRA	ST0 > Virginal	14.0699	3.9818	8.2218	22.8245	30.5601	2.5707	13	ESaca	Calypso
142	2022-07-08 14:05:06.926682	1.0498738903264997:- 79.50093535000534	Rioverde	11.584	40.8899	40.628	MA-CHO	ST4 > Des/Exp	12.6816	4.2259	26.739	23.7648	30.4222	3.6415	14	ESaca	Siete Mares
143	2022-09-16 04:49:40.824353	1.0494012288690548:- 79.50644165140413	Perla	19.617 2	42.226	38.5053	HEM-BRA	ST3 > Maduro	13.5686	4.5307	30.579 2	23.7296	31.6468	3.1289	12	OpVelez	Ancla
144	2022-08-19 05:30:19.471262	1.0561443782754991:- 79.48728373137834	Rioverde	17.068 8	43.5057	41.0102	MA-CHO	ST4 > Des/Exp	13.3506	4.0301	20.780 7	23.889	33.5272	3.6324	13	ESaca	Calypso
145	2022-09-18 10:09:45.379416	1.0231174628014965:- 79.57828615464194	Piedras blancas	19.713 5	43.7873	40.4058	MA-CHO	ST4 > Des/Exp	12.1725	3.4833	26.516	23.573	30.7875	3.124	15	ESaca	Calypso
146	2022-07-08 14:21:45.365120	1.0896422354836839:- 79.4266078979926	Las Peñas	14.541 5	41.9005	41.1815	HEM-BRA	ST3 > Maduro	14.3264	4.4792	18.792	22.391	30.6549	3.6541	15	ESaca	Tempestad
147	2022-07-26 10:06:40.993912	1.0608039707045265:- 79.48588403627735	Rioverde	21.217 6	43.8853	40.0499	MA-CHO	ST2 > Maduración	13.7947	3.653	18.582 6	21.3246	30.764	2.8782	14	OpVelez	Ancla
148	2022-07-24 05:05:59.166812	1.068372492465257:- 79.48810767335327	Piedras blancas	13.935 7	42.8479	39.6203	HEM-BRA	ST4 > Des/Exp	12.1425	4.7257	22.186 5	21.4979	31.0451	3.7542	15	ESaca	Siete Mares
149	2022-11-10 08:13:02.307083	1.0593778686561517:- 79.49183573022525	Perla	16.494 2	41.0904	39.5301	MA-CHO	ST3 > Maduro	14.4711	3.8794	4.9034	22.3276	30.3443	3.6642	14	OpVelez	Ancla
150	2022-10-29 17:31:48.394375	1.0450057826333896:- 79.51323712306963	Rioverde	18.758	44.7057	39.0015	MA-CHO	ST1 > Reposo	12.2728	4.1475	13.772 1	23.5336	31.7512	3.4286	15	ESaca	Simon Peel
151	2022-10-27 23:54:40.900750	1.060996557554835:- 79.49734180818155	Perla	16.536 6	42.956	40.4935	MA-CHO	ST3 > Maduro	15.0089	4.6404	15.074 7	21.3614	31.1678	3.085	14	ESaca	Tempestad
152	2022-09-03 01:27:12.268483	1.0679315828106768:- 79.47501196315214	Rioverde	13.255 6	43.6726	41.2001	MA-CHO	ST0 > Virginal	12.793	4.9972	9.9524	22.2162	32.314	3.7857	12	OpVelez	La Perla Negra
153	2022-09-13 17:51:43.383860	1.0505017834627068:- 79.49626466502652	Piedras blancas	21.193 4	42.1058	41.416	HEM-BRA	ST0 > Virginal	14.7361	4.0849	2.8489	24.0025	30.6383	3.238	12	ESaca	Tempestad
154	2022-10-13 02:07:05.647269	1.0526246329467508:- 79.51544862704782	Perla	18.924 4	41.5527	39.1687	MA-CHO	ST3 > Maduro	13.2007	3.8354	14.059 4	21.2822	30.3387	3.4218	13	OpVelez	Tempestad
155	2022-10-21 04:31:18.324485	1.025270847075097:- 79.54632260012183	Piedras blancas	15.016 5	44.8222	40.3342	MA-CHO	ST1 > Reposo	14.8684	5.0109	19.001 6	23.6776	32.8597	3.6515	15	ESaca	La Perla Negra
156	2022-08-10 18:50:10.241617	1.0618332557166696:- 79.48618323540663	Piedras blancas	13.720 4	42.2641	40.8235	HEM-BRA	ST0 > Virginal	13.5709	5.0936	7.958	23.0513	32.2463	2.6682	13	OpVelez	Zafiro
157	2022-08-11 10:08:06.394469	1.05658973765859:- 79.49237700099252	Piedras blancas	11.722 4	42.8869	41.0971	HEM-BRA	ST0 > Virginal	12.8638	3.4801	19.694 9	22.0356	31.065	2.8209	13	ESaca	Ultramar
158	2022-09-03 03:04:51.866080	1.0569090532480894:- 79.49168960839388	Perla	20.899 9	45.0394	39.7999	MA-CHO	ST4 > Des/Exp	15.1173	4.6855	24.867 2	22.436	31.6918	3.417	15	OpVelez	Siete Mares
159	2022-08-20 06:10:15.044358	1.0272682532530437:- 79.5410890309427	Piedras blancas	15.476 1	43.8179	40.145	HEM-BRA	ST2 > Maduración	15.1302	4.5202	2.3156	22.5463	31.3796	3.2633	13	OpVelez	Ultramar
160	2022-11-07 08:09:39.719585	1.086852375036983:- 79.43163423180296	Piedras blancas	14.986 3	41.1913	38.7785	MA-CHO	ST5 > Rec/PosEx	12.5367	4.352	25.183	21.5861	30.6989	3.0943	14	OpVelez	Simon Peel
161	2022-10-16 17:29:01.491229	1.0451314468426298:- 79.53501177208454	Rioverde	17.553	45.3105	41.4365	MA-CHO	ST3 > Maduro	13.192	4.9972	17.942 1	22.7812	33.8715	3.4321	14	ESaca	Siete Mares
162	2022-08-05 07:32:17.913233	1.0757971714306547:- 79.48046683070581	Rioverde	14.145 6	43.0737	39.7318	MA-CHO	ST4 > Des/Exp	14.4157	4.4295	1.0631	23.2517	31.7887	3.6143	13	OpVelez	Ultramar

## ANEXO B: CÓDIGO PYTHON USADO PARA AJUSTAR EL MODELO DE GORDON SCHAEFER.

### **gordon\_schaefer.py**

```
# -*- coding: utf-8 -*-
```

```
"""Copyright (c) 2023, Saca J.
```

Este software es proporcionado por el autor y los colaboradores "tal cual" y cualquier garantía expresa o implícita, incluyendo, pero no limitado a, las garantías implícitas de comerciabilidad e idoneidad para un propósito particular son rechazadas. En ningún caso el autor o los colaboradores serán responsables de cualquier daño directo, indirecto, incidental, especial, ejemplar o consecuencial (incluyendo, pero no limitado a, la adquisición de bienes o servicios; la pérdida de uso, de datos o de beneficios; o interrupción de la actividad empresarial) sin importar la causa y bajo cualquier teoría de responsabilidad, ya sea en contrato, responsabilidad estricta o agravio (incluyendo negligencia o de otro modo) que surja en cualquier forma del uso de este software, incluso si se ha advertido de la posibilidad de dicho daño.

Este módulo contiene funciones para [descripción del contenido del módulo]. El uso de estas funciones es bajo su propio riesgo. Se le anima a revisar el código fuente y a hacer cualquier cambio necesario para que se ajuste a sus necesidades.

Para informar sobre errores, solicitar nuevas características o enviar solicitudes de extracción, utilice el rastreador de problemas de GitHub póngase en contacto con el autor.

```
"""
```

```
import numpy as np
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
from scipy.optimize import curve_fit
```

```
import pandas as pd
```

```
from pandas import Series
```

```
from typing import List
```

```
# Cargando datos de archivo json
```

```
data_fish = pd.read_json("../data/datagen.json", orient='index')
```

```
data_fish.head()
```

```
# Guardando tabla de datos en archivo excel
```

```
data_fish.to_excel("../data/datageb.xls")
```

```
# Ploting some data
```

```
data_fish.plot(x="capture_time", y="capture_mass", kind="scatter")
```

```
data_fish.plot(x="ship_amount", y="capture_mass", kind="scatter")
```

```
data_fish.plot(x="capture_date", y="capture_mass",
```

```
              kind="scatter", ylim=[0, 36])
```

```
# Graficando histogramas de variables de ajuste
```

```
data_fish.hist("capture_mass")
```

```
data_fish.hist("capture_time")
```

```
data_fish.hist("total_weight")
```

```
# Constantes del modelo
```

```
AREA_TOTAL_PESCA = 41.8 # km2
```

```
AREA_PESCA = 1.2 # km2/dia
```

```
# Calculando valores medios de serie de datos
```

```
capture_mass_mean: float = data_fish["capture_mass"].mean()
```

```
print(f"Masa media captura (ton/emb) = {capture_mass_mean}")
```

```

capture_time_mean: float = data_fish["capture_time"].mean()
print(f"Tiempo medio captura (h/emb) = {capture_time_mean}")
ship_amount_mean: float = data_fish["ship_amount"].mean()
print(f"Numero medio de embarcaciones (emb/día) = {ship_amount_mean}")

# Calculando parámetros del modelo
dB_0 = capture_mass_mean*ship_amount_mean/AREA_PESCA
print(f"Densidad de biomasa (ton/km2) = {dB_0}")
B_0 = dB_0*AREA_TOTAL_PESCA
print(f"Biomasa inicial (ton) = {B_0}")
C_0 = capture_mass_mean*ship_amount_mean
print(f"Masa captura (ton/dia) = {C_0}")
E_0 = capture_time_mean*ship_amount_mean
print(f"Esfuerzo de captura (h/día) = {E_0}")
r_0 = 0.5
print(f"Tasa de crecimiento (1/año) = {r_0}")
m_0 = 0.1
print(f"Tasa de mortalidad (1/año) = {m_0}")
h_0 = E_0/B_0
print(f"Tasa de explotación (km2/ton) {h_0}")
K_0 = (r_0+m_0)/h_0
print(f"Capacidad de carga (ton/km2) = {K_0}")
q_0 = 0.01
print(f"Coef. relacion Esfuerzo/Captura (h/ton) = {q_0}")

# Datos reales para ajuste de modelo
captura: Series = data_fish["capture_mass"]*data_fish["ship_amount"]
esfuerzo: Series = data_fish["capture_time"]*data_fish["ship_amount"]
print(captura.size)
print(esfuerzo.size)

# Grafico de esfuerzo vs captura
plt.plot(esfuerzo, captura, '.')
plt.xlim(0, 60)
plt.ylim(0, 600)

class GordonSchaeferModelo:
    """Este modelo permite ajustar los parametros r, q, K del modelo
    de Gordon Scheafer para población de peces.

    Atributos:
        biomasa_inicial (float): representa la cantidad de biomasa al inicio
        del estudio.
        esfuerzo_captura (np.array): vector con el esfuerzo medido en (h/dia)
        captura_peso (np.array): vector de captura de peces (ton/dia)
        tasa_crecimiento (float): Tasa de crecimiento poblacional (r) (1/dia)
        coef_q (float): coeficiente de relacion esfuerzo y captura (dia/h)
        capacidad_medio: Capacidad del medio sobre carga biologica (ton/km2)
        solved (bool): Indica si el modelo fue ajustado o no. (default=False)
    """

    biomasa_inicial: float
    esfuerzo_captura: np.array
    captura_peso: np.array

    tasa_crecimiento: float
    coef_q: float
    capacidad_medio: float

```

```
solved: bool = False
```

```
def __init__(self, esfuerzo: np.array, captura: np.array, biomasa_inicial: float) -> None:
```

```
    """Constructor de clase"""
    self.esfuerzo_captura = esfuerzo
    self.captura_peso = captura
    self.biomasa_inicial = biomasa_inicial
```

```
def model(self, e, r, q, k) -> None:
```

```
    """Método que contiene las ecuaciones del modelo para ajuste"""
    a = self.biomasa_inicial+r*self.biomasa_inicial * \
        (1-(self.biomasa_inicial/k))
    b = (1-np.exp(-q*e))
    return e*a*b
```

```
def fit(self) -> None:
```

```
    """Ajusta el modelo usando los datos asignados de captura y esfuerzo
    """
```

```
p0 = [1, 1, 1]
```

```
bounds = [[0, 0, 0], [np.inf, np.inf, np.inf]]
```

```
popt, pcov = curve_fit(
    self.model, self.esfuerzo_captura, self.captura_peso, bounds=bounds)
```

```
self.tasa_crecimiento, self.coef_q, self.capacidad_medio = popt
```

```
self.solved = True
```

```
def get_model_params(self) -> dict:
```

```
    """Devuelve un diccionario con los parámetros ajustados del modelo"""
    if(self.tasa_crecimiento and self.coef_q and self.capacidad_medio and self.solved):
        return {
            'b0': self.biomasa_inicial,
            'r': self.tasa_crecimiento,
            'q': self.coef_q,
            'K': self.capacidad_medio
        }
```

```
def plot_results(self) -> None:
```

```
    """Genera una grafica comparando datos reales y ajustados
    """
```

```
if(self.solved):
```

```
    c_pred = np.zeros((len(self.captura_peso), 1))
```

```
for i in range(len(self.captura_peso)):
```

```
    c_pred[i] = self.model(
        e=self.esfuerzo_captura[i],
        r=self.tasa_crecimiento,
        q=self.coef_q,
        k=self.capacidad_medio
    )
```

```
plt.plot(self.esfuerzo_captura,
         self.captura_peso, '.', label="Real")
```

```
plt.plot(self.esfuerzo_captura, c_pred, '.', label="Predecido")
```

```

plt.legend()
plt.show()

def simulate_model(self, t: float) -> np.array:
    """Simula el modelo de Gordon Schaefer usando los parametros
    ajustados r,q,K.
    """

    t = np.linspace(0, t, len(self.captura_peso))

    def capture_on_time(e, b0, r, k, t) -> float:
        return b0+((r*b0)/(k-b0)+(k-b0*np.exp(-r*t)))

    def biomas_on_time(e, b0, r, k, q, t) -> float:
        return e*(b0+((r+b0)/(k-b0)*(k-b0*np.exp(-r*t))))*(1-np.exp(-q*e))

    if(self.solved):
        table_results = np.zeros((len(t), 4))

        for i in range(len(t)):
            table_results[i, 0] = t[i]
            table_results[i, 1] = capture_on_time(
                e=self.esfuerzo_captura[i],
                b0=self.biomasa_inicial,
                r=self.tasa_crecimiento,
                k=self.capacidad_medio,
                t=t[i]
            )
            table_results[i, 2] = biomas_on_time(
                e=self.esfuerzo_captura[i],
                b0=self.biomasa_inicial,
                r=self.tasa_crecimiento,
                k=self.capacidad_medio,
                q=self.coef_q,
                t=t[i]
            )
            table_results[i, 3] = biomas_on_time(
                e=np.mean(self.esfuerzo_captura),
                b0=self.biomasa_inicial,
                r=self.tasa_crecimiento,
                k=self.capacidad_medio,
                q=self.coef_q,
                t=t[i]
            )

        return table_results

if __name__ == "__main__":
    gs_model = GordonSchaeferModelo(
        biomasa_inicial=B_0,
        captura=captura,
        esfuerzo=esfuerzo
    )

    gs_model.fit()
    params = gs_model.get_model_params()
    print(params)
    gs_model.plot_results()

```

```
sim = gs_model.simulate_model(1)
print(sim)

plt.plot(sim[:, 0], sim[:, 2], '-')
plt.plot(sim[:, 0], sim[:, 3], '-')

plt.plot(sim[:, 0], sim[:, 1], '--', label='Capture')
plt.xlabel('Tiempo (días)')
plt.ylabel('Captura (ton/dia$)')
```

**ANEXO C: PROPUESTA DE ORDENANZA MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DE PESCA  
EN RIO VERDE, ECUADOR**

**PROPUESTA DE ORDENANZA MUNICIPAL PARA LA REGULACIÓN DE LA  
PESCA Y LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN EL CANTÓN RIOVERDE,  
ESMERALDAS, ECUADOR**

**Considerando,**

Que, el artículo 14 de la Constitución establece el derecho de todas las personas a habitar en un ambiente que sea saludable y equilibrado ecológicamente, que garantice tanto la sostenibilidad como el bienestar general. Además, la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados, son considerados de interés público.

Que, el artículo 264 de la Constitución establece que los gobiernos municipales tienen la responsabilidad exclusiva de brindar servicios públicos como agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental. Además, los gobiernos municipales tienen la capacidad de crear, modificar o eliminar tasas y contribuciones especiales de mejora mediante la aprobación de ordenanzas.

Que, el artículo 264 numerales 8 al 10 de la Constitución señala que los gobiernos municipales tienen competencias exclusivas, entre ellas, la responsabilidad de preservar y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del cantón, así como construir espacios públicos para estos fines. También les corresponde delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas, lechos de ríos, lagos y lagunas, siempre y cuando no contravengan lo establecido por la ley.

Que, de acuerdo con el numeral 2 del artículo 397 de la Constitución, el Estado tiene la obligación de implementar métodos eficaces para prevenir y controlar la contaminación ambiental, restaurar áreas naturales degradadas y manejar los recursos naturales de manera sostenible.

Que, de acuerdo con el artículo 406 de la Constitución, el Estado tiene la responsabilidad de regular la conservación, gestión y uso sostenible, recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y en peligro de extinción, tales como los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y costeros.

Que, según el literal k) del artículo 54 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, los gobiernos autónomos municipales tienen la responsabilidad de regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en su territorio, y que esta tarea debe llevarse a cabo de manera coordinada con las políticas ambientales nacionales.

Que, el artículo 55 literal 1 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización establece que es responsabilidad exclusiva de los gobiernos autónomos

descentralizados municipales regular, autorizar y supervisar la extracción de materiales áridos y pétreos de los lechos de ríos, lagos, playas marinas y canteras.

Que, el artículo 57, literal a, del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización establece que el concejo municipal tiene la responsabilidad de ejercer la facultad normativa en las áreas de competencia del gobierno autónomo descentralizado municipal. Esto se lleva a cabo a través de la emisión de ordenanzas cantonales, acuerdos y resoluciones.

Que, el artículo 5 del Código Orgánico del Ambiente establece que el derecho a vivir en un medio ambiente sano incluye el manejo sostenible de los ecosistemas, prestando especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados, como los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Que, el artículo 262 del Código Orgánico del Ambiente establece que la Autoridad Ambiental Nacional, en conjunto con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, regulará las obligaciones especiales para las actividades públicas o privadas en la zona marino-costera, con el propósito de lograr la conservación, protección, restauración y uso sostenible de los recursos y la biodiversidad marina y costera. Esto implica armonizar las actividades recreativas, comerciales y de producción con los derechos de la naturaleza. Además, los Gobiernos Autónomos Descentralizados deben incorporar los lineamientos y criterios ambientales en sus planes de ordenamiento territorial y modelos de desarrollo, de acuerdo con la planificación nacional del espacio marino-costero.

Que, el artículo 265 del Código Orgánico del Ambiente establece que la playa de mar es un bien nacional y que su acceso es público. Por lo tanto, nadie puede ser dueño de la playa. Las personas tienen libertad y derecho de acceso y uso gratuito de la playa, siempre y cuando sea para fines comunes y acordes con la naturaleza de la playa.

Que, el artículo 266 del Código Orgánico del Ambiente establece que la franja adyacente a la playa es propiedad del Estado y puede ser utilizada para construir infraestructuras destinadas al uso y disfrute de la misma. En caso de ser necesario, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos pueden ampliar esta franja mediante acto administrativo para garantizar la conservación de los ecosistemas costeros, siempre que se respete la planificación del espacio marino costero. Las concesiones para el uso de esta franja se otorgarán de manera responsable, considerando la sostenibilidad de la zona marino costera y el aval del Gobierno Autónomo descentralizado correspondiente, siempre que no se encuentre en zonas de riesgo.

Que, el artículo 267 del Código Orgánico del Ambiente establece que los particulares pueden ser dueños de terrenos en la zona costera que no sean parte de la playa o la franja adyacente del Estado, siempre y cuando se respeten los usos de suelo aprobados y las regulaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. Las normas municipales o metropolitanas que se refieren a la zona costera, especialmente aquellas que afectan a la propiedad privada, deben seguir los

principios ambientales y de gestión de riesgos establecidos en el código y en la planificación nacional del espacio marino y marino costero.

Que, el artículo 269 del Código Orgánico del Ambiente indica las acciones que están prohibidas en la zona de playa y en la franja adyacente que pertenecen al Estado.

Que, el artículo 272 del Código Orgánico del Ambiente indica que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos de la zona marina costera, tienen la obligación de crear un plan de manejo de la playa de mar y la franja adyacente como un complemento al plan de desarrollo y ordenamiento territorial.

Que, las Políticas Nacionales Oceánicas y Costeras establecen dos políticas relevantes para la protección de la zona marina y costera. La primera, PNOC 1, se enfoca en la conservación del patrimonio natural y cultural, así como en la protección de los ecosistemas y la biodiversidad marina y costera, siempre respetando los derechos de la naturaleza. La segunda, PNOC 9, busca establecer un ordenamiento territorial oceánico y marino costero que permita coordinar de manera coherente, complementaria y sostenible las diversas actividades humanas.

Que, el Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero (POEMC) tiene como objetivos, en primer lugar, fomentar la conservación y el desarrollo sostenible de los ecosistemas marinos y costeros y del patrimonio cultural a través de la acción pública. En segundo lugar, busca fortalecer acciones que contribuyan a la organización y planificación del espacio oceánico y marino costero con el fin de mejorar la gestión y la gobernabilidad.

Es importante reconocer la relevancia de la conservación, protección y custodia de la Franja Costera, debido a la presencia de diversos ecosistemas interconectados en los que se llevan a cabo procesos de producción, consumo e intercambio de alta intensidad.

Usando las facultades que le otorga la Constitución de la República del Ecuador, así como el Código Orgánico Tributario y el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización.

### **Art. 1: OBJETO**

El objeto de la presente ordenanza es establecer medidas de control y regulación para minimizar la contaminación generada por la pesca en el cantón de Rioverde, Esmeraldas, y garantizar la protección del medio ambiente, salud pública en la zona y la sostenibilidad de la pesca de este recurso marino.

### **Art. 2: ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente ordenanza es de aplicación en todo el territorio del cantón Rioverde Esmeraldas, y tiene por objeto regular la actividad de pesca y establecer medidas de protección del medio ambiente y de sostenibilidad de esta actividad.

El ámbito de aplicación se extiende a todas las personas naturales o jurídicas que realicen actividades de pesca en el cantón Rioverde Esmeraldas, así como a las autoridades competentes encargadas de su control y vigilancia.

Asimismo, esta ordenanza será aplicable a cualquier tipo de embarcación, herramienta, utensilio o equipo que se utilice en la actividad de pesca, independientemente de su tamaño, capacidad o tecnología utilizada.

Es importante destacar que, en caso de existir normativas nacionales o internacionales que establezcan medidas de protección ambiental y de sostenibilidad de la actividad de pesca de Carduma, se aplicarán en complemento a las disposiciones establecidas en la presente ordenanza municipal. En caso de existir contradicción entre las normativas, se aplicará la normativa más favorable al medio ambiente y a la sostenibilidad de la pesca.

### **Art. 3: REQUISITOS PARA LA PESCA**

Toda persona natural o jurídica que desee realizar actividades de pesca en el cantón Rioverde Esmeraldas deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. La pesca de Carduma en el cantón de Rioverde, Esmeraldas, estará sujeta a las regulaciones y normativas aplicables a nivel nacional y local.
2. Obtener la correspondiente autorización o permiso de pesca expedido por la autoridad competente del cantón Rioverde Esmeraldas, previa verificación de que cumple con los requisitos y condiciones establecidos en la presente ordenanza y en otras normativas nacionales e internacionales aplicables.
3. Respetar los tamaños mínimos de captura y las épocas de veda establecidos para la pesca, los cuales serán determinados por la autoridad competente en función del estado de las poblaciones de peces y de la sostenibilidad de la actividad de pesca.
4. Utilizar únicamente técnicas y métodos de pesca que no generen impactos negativos en el medio ambiente, tales como la utilización de redes de pesca con luz, el uso de anzuelos sin

muerte, la pesca con caña y otras técnicas que la autoridad competente determine como sostenibles y respetuosas del medio ambiente.

5. No realizar la pesca en zonas prohibidas o reservadas para la conservación y protección del medio ambiente acuático, como son las zonas de manglares, esteros, reservas naturales y otras áreas protegidas.
6. Disponer adecuadamente de los residuos y desechos generados en la actividad de pesca, y evitar la contaminación del medio ambiente acuático y terrestre.

Es importante destacar que la autoridad competente del cantón Rioverde Esmeraldas estará encargada de realizar la supervisión, monitoreo y control del cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente ordenanza, y podrá aplicar sanciones y medidas de protección del medio ambiente en caso de incumplimiento.

#### **Art. 4: MONITOREO Y SEGUIMIENTO**

1. Las personas naturales o jurídicas que no cumplan con las regulaciones establecidas en la presente ordenanza estarán sujetas a sanciones establecidas en la normativa aplicable.
2. Las sanciones podrán incluir multas, decomiso de equipos y materiales utilizados en la actividad de pesca, y revocación de permisos y autorizaciones.
3. Las autoridades competentes designadas por el municipio, serán las responsables de realizar el monitoreo y seguimiento del impacto ambiental generado por la pesca en el cantón Rioverde Esmeraldas.
4. El monitoreo y seguimiento se realizará de manera periódica y sistemática, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente ordenanza y los impactos ambientales generados por la actividad de pesca.
5. Para el monitoreo y seguimiento se establecerán indicadores de medición, que permitan evaluar los efectos de la pesca en el medio ambiente y tomar las medidas correctivas necesarias.
6. Los resultados del monitoreo y seguimiento serán públicos y estarán disponibles para la ciudadanía en general.
7. Las autoridades competentes tomarán las medidas necesarias en caso de que se evidencien incumplimientos a la ordenanza o afectaciones al medio ambiente, incluyendo la suspensión temporal o definitiva de la actividad de pesca en la zona.

En resumen, el artículo 4 establece las responsabilidades de las autoridades competentes para realizar el monitoreo y seguimiento de la actividad de pesca en el cantón Rioverde Esmeraldas, con el fin de garantizar el cumplimiento de la ordenanza y prevenir impactos ambientales negativos. También se establecen indicadores de medición, la publicación de resultados y las medidas a tomar en caso de incumplimientos o afectaciones al medio ambiente.

## **Art. 5: SANCIONES**

Las personas naturales o jurídicas que no cumplan con las regulaciones establecidas en la presente ordenanza estarán sujetas a sanciones establecidas en la normativa aplicable.

Las sanciones podrán incluir multas, decomiso de equipos y materiales utilizados en la actividad de pesca, y revocación de permisos y autorizaciones.

1. El incumplimiento de las disposiciones de la presente ordenanza será sancionado con una multa de hasta cinco salarios mínimos vitales generales.
2. En caso de reincidencia, la multa podrá ser hasta el doble del valor establecido en el numeral anterior y se procederá a la clausura temporal o definitiva de la actividad de pesca en la zona, según la gravedad del incumplimiento.
3. Además de la sanción pecuniaria, las autoridades competentes podrán realizar la incautación de los equipos, instrumentos y embarcaciones utilizados en la actividad de pesca en caso de incumplimientos graves o reiterados.
4. Las sanciones establecidas en este artículo serán aplicadas por las autoridades competentes designadas por el municipio, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Pesca y Acuicultura y demás normas aplicables.

En resumen, el artículo 5 establece las sanciones para el incumplimiento de la ordenanza, que van desde una multa económica hasta la clausura temporal o definitiva de la actividad de pesca en la zona, dependiendo de la gravedad del incumplimiento o reincidencia. Además, las autoridades competentes pueden incautar los equipos, instrumentos y embarcaciones utilizados en la actividad de pesca en caso de incumplimientos graves o reiterados. La aplicación de las sanciones se hará de acuerdo a lo establecido en la Ley de Pesca y Acuicultura y demás normas aplicables.

## **Art. 6: VIGENCIA**

La presente ordenanza entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial. Además, se establece que la vigencia de la Ordenanza será de 5 años, renovable mediante la evaluación del impacto ambiental y social de la pesca en la zona y la adecuación de la normativa a las necesidades y realidades locales. Esto significa que, al cabo de 5 años, se deberá realizar una evaluación de los resultados y efectos de la Ordenanza en la zona y, en caso de ser necesario, hacer ajustes o renovar la normativa.

Por otra parte, se establece que cualquier modificación a la presente Ordenanza deberá ser aprobada por el Concejo Municipal en un plazo de 60 días a partir de su presentación y posterior evaluación del impacto ambiental y social de la pesca en la zona. Esto implica que cualquier cambio en la normativa deberá ser debidamente analizado y justificado, tomando en cuenta los resultados de la evaluación y las necesidades de la población y el medio ambiente.

En fe de lo cual se expide y firma la presente ordenanza en la ciudad de Rioverde, Esmeraldas, Ecuador.

## ANEXO D: REGISTRO FOTOGRÁFICO











epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 04 / 07 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Jessica Isabel Saca Molina
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería en Biotecnología Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniera en Biotecnología Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



1599-DBRA-UPT-2023